

booksmedicos.org

María Graciela Espinosa Rivera

José de Jesús Arias Michel

Azalea Espino Espinosa

Sayetsi Fabiola Muñoz Ruiz

María Guadalupe Vizcarra Martínez

● Biología II

Bachillerato General por Competencias



www.mcgraw-hill-educacion.com

○ Biología II

Biología II

**María Graciela Espinosa Rivera
José de Jesús Arias Michel
Azalea Espino Espinosa
Sayetsi Fabiola Muñoz Ruiz
María Guadalupe Vizcarra Martínez**

**Revisión técnica
Biól. Óscar Zaragoza Vega**

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas y Ambientales
Universidad de Guadalajara

Dra. Patricia Illoldi Rangel

Biodiversity and Biocultural Laboratory
University of Texas at Austin



MÉXICO • BOGOTÁ • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • MADRID • NUEVA YORK
SAN JUAN • SANTIAGO • SAO PAULO • AUCKLAND • LONDRES • MILÁN • MONTREAL
NUEVA DELHI • SAN FRANCISCO • SINGAPUR • ST. LOUIS • SIDNEY • TORONTO

Director general: Miguel Ángel Toledo Castellanos
Gerente editorial: Alejandra Martínez Ávila
Editor : Luis Amador Valdez Vázquez
Supervisora de producción: Marxa de la Rosa Pliego
Diseño de portada: José Palacios Hernández

Biología II

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,
por cualquier medio, sin la autorización escrita del editor.



DERECHOS RESERVADOS © 2013 respecto a la primera edición por:
MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc.

Punta Santa Fe
Prolongación Paseo de la Reforma 1015 Torre A,
Piso 17, Colonia Desarrollo Santa Fe,
Delegación Álvaro Obregón
C.P. 01376, México D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736

ISBN: 978-607-15-0707-5

1234567890

Impreso en México

1098765432

Printed in Mexico

Presentación

Estimado estudiante:

Esta obra que hoy te presentamos está elaborada con la finalidad de apoyar tu proceso de formación de competencias en el contexto de la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) que se está llevando a cabo a nivel nacional.

El diseño de contenidos está planeado por un equipo de profesores del Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara, que laboran con dedicación en el área de biología y que buscan comprometidamente sumarse al esfuerzo de reforma educativa que los profesores del nivel de educación media superior están realizando para construir un perfil de egresado común para todos los estudiantes de la República mexicana.

La Universidad de Guadalajara está integrada fuertemente a este proyecto nacional propuesto por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) que buscan desarrollar un Sistema Nacional de Educación Media Superior basado en el desarrollo de competencias.

Y ¿cuáles son las competencias que se busca desarrollar?

La SEP/ANUIES han propuesto en el Plan de la Reforma de Educación Media Superior (EMS) once competencias genéricas que en todos los programas de estudio a través de sus asignaturas o unidades de aprendizaje se deben formar. Las competencias genéricas propuestas son las siguientes:

El estudiante de autodetermina y cuida de sí

1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
3. Elige y practica estilos de vida saludables.

Se expresa y comunica

4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.

Piensa y critica reflexivamente

5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.

Aprende de forma autónoma

7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.

Trabaja en forma colaborativa

8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.

Participa con responsabilidad en la sociedad

9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.
10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.
11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

Cada docente buscará a través del desarrollo de la asignatura donde es mediador, apoyarte para que en interacción con tus compañeros, logres cubrir este perfil de egreso de Enseñanza Media Superior.

Dra. María Graciela Espinosa Rivera

Introducción

La unidad de aprendizaje de Biología II forma parte del plan de estudios del bachillerato nacional. En el Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara, esta unidad de aprendizaje forma parte de la currícula del Bachillerato General por Competencias.

El campo disciplinar al que responde en el Marco Curricular Común es el de las Ciencias Experimentales. De 14 competencias disciplinares que constituyen este campo, se han elegido tres para esta asignatura:

4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a la pregunta de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.
14. Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y al entorno al que pertenece.

El propósito general de esta unidad de aprendizaje es:

El alumno, al final de la unidad de aprendizaje, será capaz de explicar el significado de la célula como la unidad fundamental de los seres vivos; sus características, los diferentes tipos celulares, la estructura y funcionamiento celular típico, a través de la comparación de los procesos de transformación de la energía celular y su significado metabólico, para distinguir la regulación de las funciones celulares ligadas al ciclo celular y su comunicación.

Biología II está conformada por tres módulos:

1. Unidad básica de la vida
2. Energía celular y metabolismo
3. Ciclo celular.

Metodología

Esta unidad de aprendizaje está organizada para ser abordada como curso-taller. La finalidad de su metodología es que puedas desarrollar *conocimientos* referidos a su contenido; *habilidades* para aprender, comparar, clasificar, evaluar, gestionar información; generar *actitudes* positivas para trabajar de manera colaborativa y cooperativa; y fortalecer *valores* de respeto a través del trabajo de equipo.

Al principio de cada uno de los módulos te señalamos las competencias genéricas del perfil de egreso a las que nos proponemos contribuir con el estudio de cada módulo.

Algunas actividades las desarrollarás de manera individual y otras las realizarás en equipo; además, realizarás algunas prácticas de biología en el laboratorio.

Al final de cada módulo realizarás un producto integrador, mismo que dará evidencia de lo que has logrado aprender. Los productos integradores que te proponemos al final de cada unidad son solamente una sugerencia, ya que tu profesor, de acuerdo con su experiencia, puede sugerirte la elaboración de otro producto con la misma finalidad.

Al término de cada módulo también te proponemos una rúbrica de evaluación. Ésta contiene algunos elementos que te permitirán autoevaluarte. Tu profesor te indicará los requisitos para evaluación de cada módulo. La integración de todas las evaluaciones se concretarán en una calificación final, para cubrir los créditos de las competencias que corresponde a esta unidad de aprendizaje en el plan de estudios de bachillerato.

Te deseamos todo el éxito en el desarrollo de competencias con las que la unidad de aprendizaje de Biología II puede contribuir.

Los autores

Tabla de contenido

Presentación	v
Introducción	vi
Módulo 1. Unidad básica de la vida	2
¿CUÁNTO SABES?	4
Introducción	5
1.1 Estructura y tipos celulares	5
Tipos celulares	5
Células procariontes	5
Células eucariontes	7
1.2 Estructura y funcionamiento celular	11
Sistema de endomembranas	11
Especializaciones de las membranas	13
Envoltura nuclear	20
Núcleo	21
Sistema de retículos	21
Mitocondria	22
Aparato de Golgi	22
Vesículas o vacuolas	22
Lisosomas	23
Membrana plasmática	23
Citoesqueleto	24
Cloroplastos	25
1.3 Comunicación celular	27
Fase intercelular	27
Fase intracelular	27
PORTAFOLIO DE EVIDENCIAS	33
Módulo 2. Energía celular y metabolismo	34
¿CUÁNTO SABES?	36
2.1 Fotosíntesis (cloroplastos)	37

Fotosíntesis: fase lumínica	37
Fotosíntesis: fase independiente de la luz	38
Ubicación y estructura del cloroplasto	41
Membranas del tilacoide	42
Fotosistemas en la membrana del tilacoide	42
Importancia biológica de la fotosíntesis	44
2.2 Respiración celular (mitocondrias)	45
Citoplasma y glucólisis	45
Ubicación, estructura y funciones de la mitocondria	48
PORTAFOLIO DE EVIDENCIAS	55
Módulo 3. Ciclo celular	56
¿CUÁNTO SABES?	58
3.1 Etapas de la vida de una célula (G_1, S, G_2, M)	59
Interfase	59
Mitosis	60
Citocinesis	61
3.2 Ciclo de reproducción celular	62
Meiosis	67
3.3 Crecimiento, diferenciación y muerte celular	73
Fase G_0	73
Muerte celular o apoptosis	73
Células poliploides y gametos	76
PORTAFOLIO DE EVIDENCIAS	80
Integración de un portafolio de evidencias	81
Rúbrica de evaluación para el portafolio de evidencias	82
Bibliografía	83



○ Biología II

Módulo 1

Unidad básica de la vida

Todos los seres vivos estamos formados por células y cada una de ellas es una porción de materia con una composición y una organización y por tanto con vida propia, es decir, la célula es la unidad básica de la vida.

La palabra *célula* significa “celdilla” y se le dio este nombre porque las primeras células que observó Robert Hooke, al microscopio en 1665, no fueron células vivas, sino de laminillas de corcho, donde se distinguían espacios vacíos o celdas.

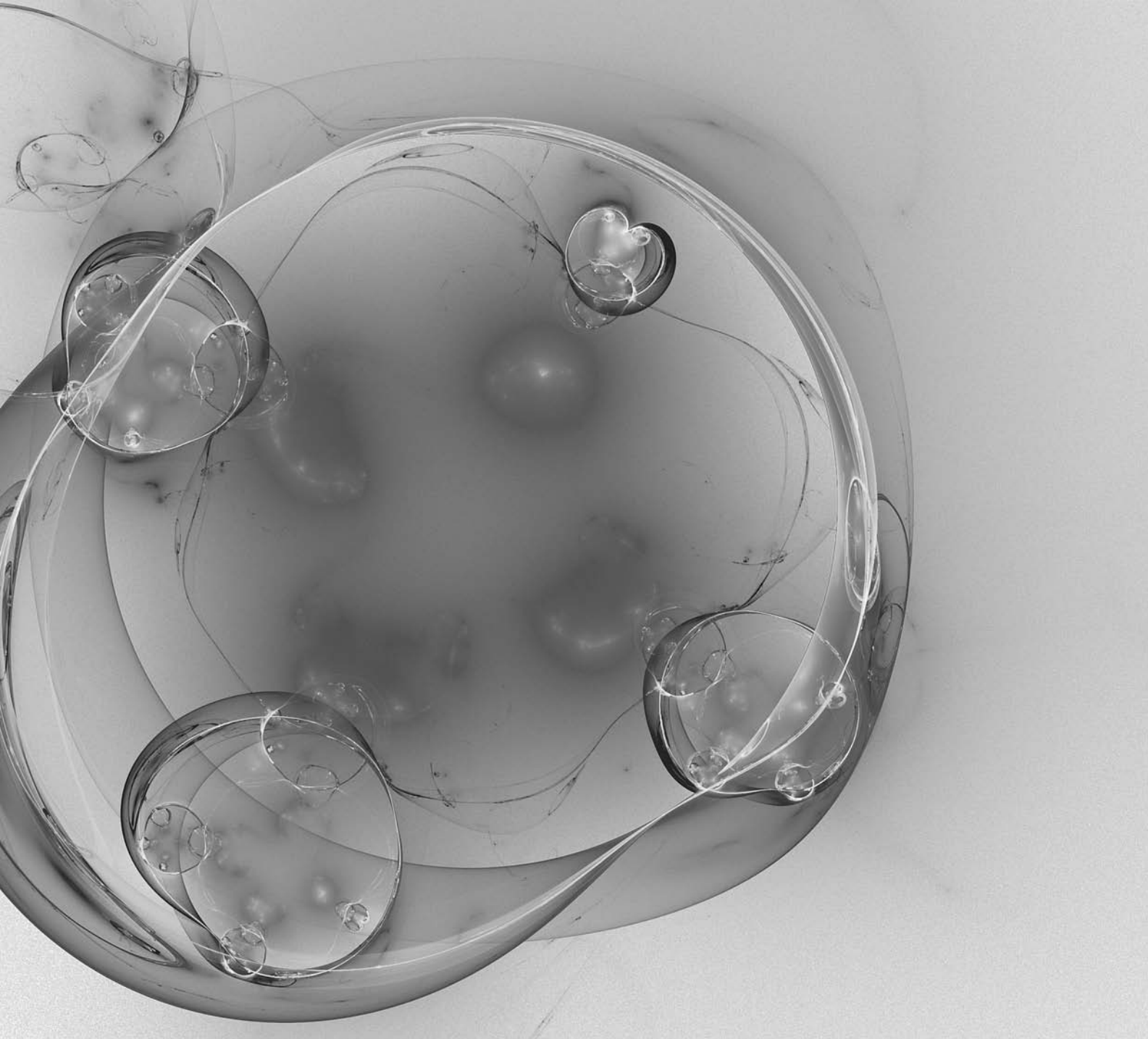
Lo mismo que la unidad material de una sustancia es la molécula, la unidad funcional y estructural de un ser vivo —nutrición, relación y reproducción— es la célula.

La rama científica de la biología encargada de estudiar estructura y función celular es la citología, considerada como una ciencia moderna, pues hasta finales del siglo pasado se le reconoció como una disciplina científica separada.

Contenido

- 1.1 Estructura y tipos celulares
- 1.2 Estructura y funcionamiento celular
- 1.3 Comunicación celular



**Competencias a desarrollar**

Explicar la estructura y composición de la célula por medio de la investigación y experimentación para comprender el funcionamiento de los seres vivos.

Objetivo del módulo

Al finalizar el módulo, el alumno será capaz de explicar la célula como unidad fundamental de todo ser vivo, sus características, su estructura, funcionamiento y diferentes tipos.

¿Cuánto sabes?

1. ¿Por qué la célula es considerada la unidad básica de la vida?
2. Elabora en tu cuaderno una tabla S-Q-A (como se presenta a continuación).
En la columna S escribe lo que sabes acerca de: a) ¿Cómo está constituida una célula? b) ¿Qué funciones conoces de la célula?
3. Con ayuda de tu profesor, comparte con el grupo tus opiniones.
4. En la columna Q escribe dos preguntas acerca de qué te gustaría saber sobre la célula.
5. Una vez que hayas revisado el tema con tu profesor, escribe en la columna A lo que aprendiste en relación con las preguntas que se te hicieron en la columna S.

S (Lo que sé)	Q (Qué quiero saber)	A (Lo que aprendí)

Introducción

Al examinar la teoría celular propuesta por Robert Hooke podemos afirmar que todos los organismos vivos, con excepción de los virus, están formados por células. Existe una gran diversidad de ellas; sin embargo, tienen semejanzas en cuanto a la composición bioquímica y en sus actividades metabólicas, es decir, si comparamos una célula animal o vegetal a pesar de sus diferencias hay similitudes en cuanto a su composición y actividades metabólicas. A continuación estudiaremos sus ciclos, su estructura, su reproducción y generalidades sobre su funcionamiento; además, aprenderemos cómo están constituidos todos los seres vivos, incluyendo al hombre.

1.1 Estructura y tipos celulares

La célula constituye la unidad funcional y estructural de los seres vivos. Es donde se llevan a cabo los procesos químicos, físicos y biológicos que son vitales para los organismos. A primera vista se distinguen dos partes importantes y diferenciadas: el **citoplasma** que contiene los organelos de la célula y el **núcleo**, donde se almacena la información hereditaria a partir del ADN (adenosín trifostato).

Tipos celulares

Existen dos tipos de células clasificadas con base en su organización general y estructura: la célula **procarionte** su nombre se deriva de *pro*, “antes” y *karyon*, “núcleo”, y la célula **eucarionte** que proviene del griego *eu*, “verdadero”, y *karyon*, “núcleo”.

Sabías que...

El cuerpo humano adulto contiene unos 50 trillones de células.

Células procariontes

Es posible que las células procariontes se formaran entre los 3800 a 3500 millones de años, según los registros fósiles que así lo señalan y debido a las condiciones reductoras de la atmósfera primitiva (rica en CO₂ y pobre en O₂); estos organismos fueron autótrofos (productores de sus propio alimento), fotosintéticos y quimiosintéticos.

La célula procarionte es muy primitiva, con pocas estructuras citoplasmáticas, entre éstas se encuentran las siguientes:

1. Membrana celular
2. Membranas celulares
3. Citoplasma
4. Ácido nucleico
5. Ribosomas
6. Gránulos
7. Celdillas fotosintéticas

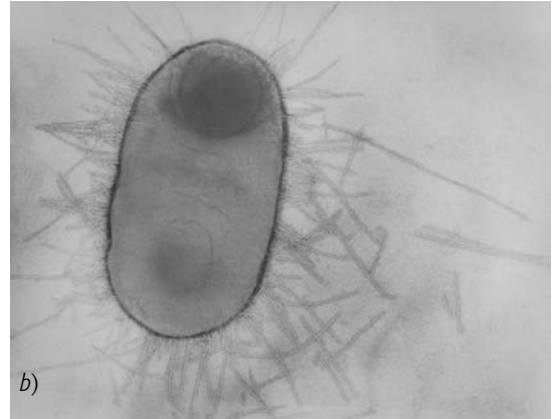
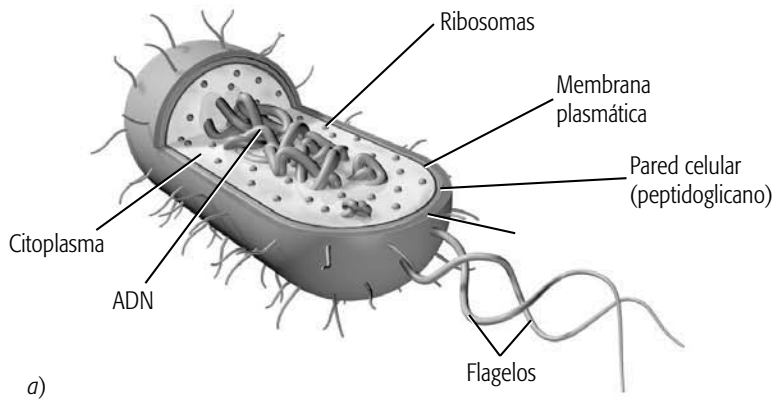


Figura 1.1 Célula procariota

a) Esquema de una célula procariota con sus principales estructuras y b) micrografía de una célula procariota en donde puede apreciarse la membrana plasmática.

Durante casi 2000 millones de años las células procariotas fueron los únicos habitantes de nuestro planeta. Una característica fundamental de esta clase de células es que no tienen núcleo, lo cual ha permitido clasificar a los seres vivos. Por ejemplo, las *bacterias*, que carecen de núcleo, se encuentran en esta clasificación.

Las células procariotas viven como organismos unicelulares, sin embargo, algunas se unen para formar estructuras multicelulares organizadas. Algunas forman agrupaciones esféricas como cocos, diplococos o estreptococos; otras, forman bastoncillos como *salmonella* y *E. coli*; otras más forman espirales como *Treponema pallidum* (figura 1.2).

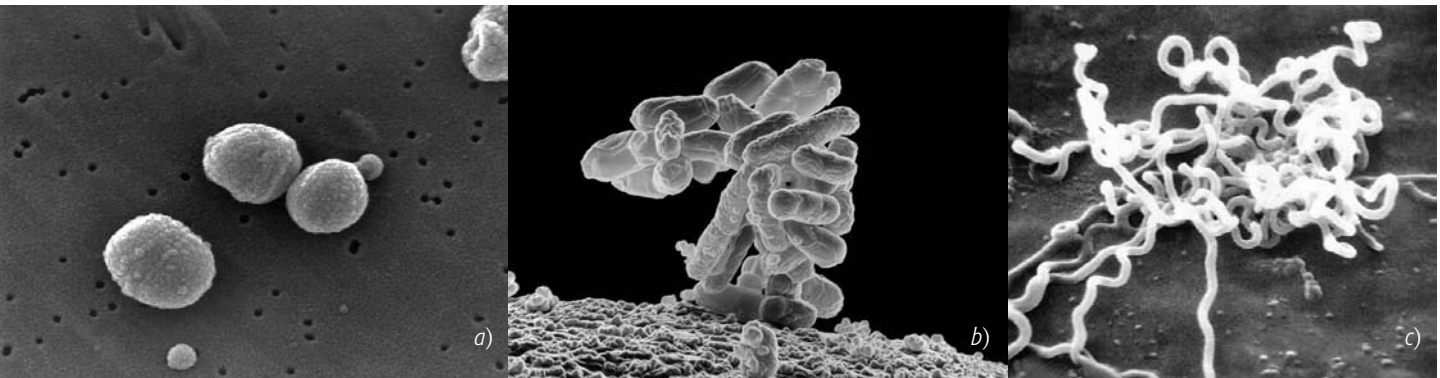


Figura 1.2 Bacterias De acuerdo con su forma, existen varios tipos de bacterias: a) cocos (*Streptococcus*), b) bastoncillos (*E. coli*) y c) espirilos (*Treponema pallidum*).

Las células procariotas se dividen en dos grupos:

a) **Eubacterias** o simplemente bacterias, que agrupan especies que generalmente habitan en el suelo y producen diversas enfermedades.

b) **Archaeas** que residen en ambientes hostiles como en agua salada concentrada, aguas volcánicas muy ácidas, sedimentos marinos y ambientes carentes de oxígeno.

Transición de procariota a eucariota

Con base en la *teoría endosimbiótica* propuesta por Lynn Margulis, que describe la asociación de organismos de diferente clase generalmente con beneficio mutuo, se cree que la población de organismos procariotas en los mares primitivos se incrementó hasta que se formaron colonias simbióticas.

Algunas células procariontes fotosintéticas y otras quimiosintéticas, se asociaron por endocitosis, es decir, fueron engullidas por otras organizaciones precelulares gigantes; posiblemente protobiontes (*proto*, “prototipo”, y *bionte*, “vida en desarrollo”) para formar los *eubiontes*.

Este tipo de célula tenía la característica de transmitir la información genética a sus descendientes, además de que contaban con estructuras celulares envueltas en una membrana propia.

Esta hipótesis señala que los organismos fotosintéticos similares a las bacterias azulverdosas, se movieron al interior de las células gigantes y posteriormente evolucionaron en cloroplastos.

Las procariontes quimiosintéticas hicieron lo mismo y se transformaron en mitocondrias. Esta hipótesis se basa en que los cloroplastos y mitocondrias poseen sus propios ácidos nucleicos, muy similar a las procariontes.

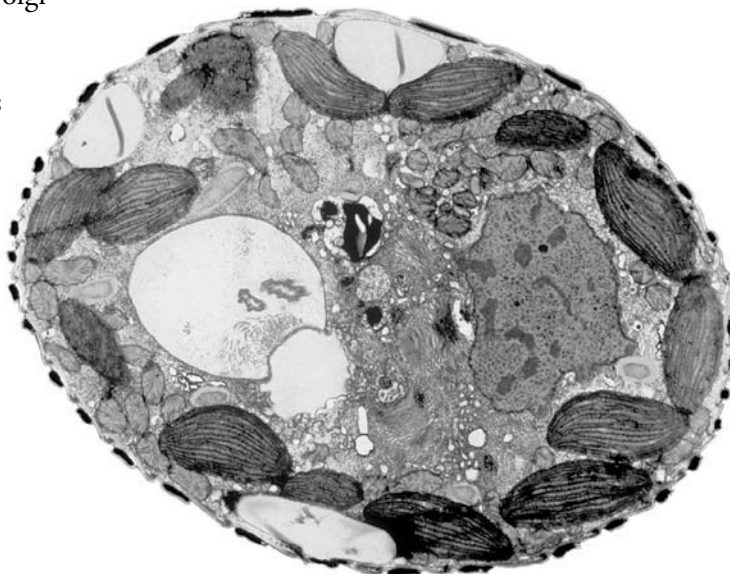
La similitud en tamaño y función de estas estructuras son indicativas de que así pudo haber ocurrido la transición de los organismos procariontes a eucariontes.

Células eucariontes

Es un modelo celular más evolucionado, posee un núcleo formado y sus organelos están limitados por membranas, tiene mitocondrias y cloroplastos. En general tiene más estructuras y realiza un mayor número de funciones.

Las estructuras de la célula eucarionte son:

1. Membrana celular
2. Pared celular
3. Núcleo
4. Ribosomas
5. Retículo endoplásmico
6. Lisosoma
7. Aparato de Golgi
8. Vacuolas
9. Mitocondrias
10. Cloroplastos



Sabías que...

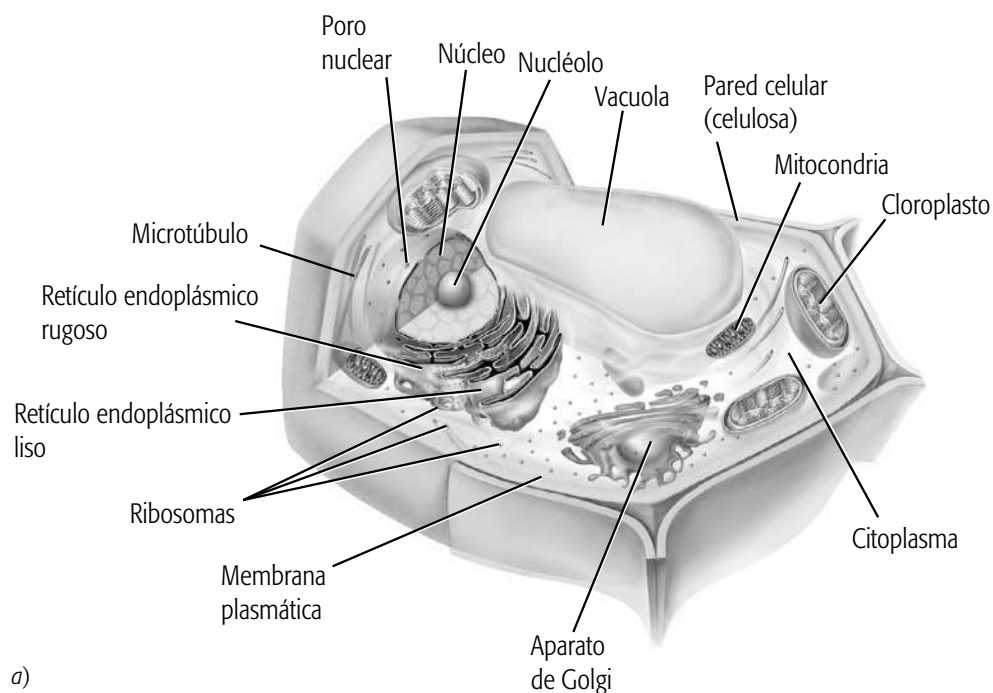
Los seres vivos se clasificaron desde la antigüedad en dos reinos: el **vegetal** y el **animal**. Pero muchos microorganismos no se ajustan en ninguna de esas categorías, por lo que el biólogo alemán Ernst Haeckel propuso en 1866 el reino **protista** que incluía protozoarios, algas, hongos y bacterias (los virus no se conocían aún en esa época).

Con el tiempo, los protistas se subdividieron en **eucariontes** (organismos superiores, unicelulares o multicelulares con núcleo) y en **procariontes** (organismos inferiores, sin núcleo). Las procariontes son las bacterias (incluyendo las cianobacterias o algas azules). Los virus no se incluyen en ninguno de esos grupos, ya que no son células.

Figura 1.3 Célula eucarionte
Micrografía de una célula eucarionte en donde se puede apreciar la membrana plasmática.

Se cree que la célula eucarionte apareció hace 1500 millones de años. Fueron organismos fotosintéticos acuáticos.

Cada célula es un organismo autosuficiente, capaz de cubrir todos sus requerimientos para vivir. Lleva más información genética para transmitir que las células procariontes.

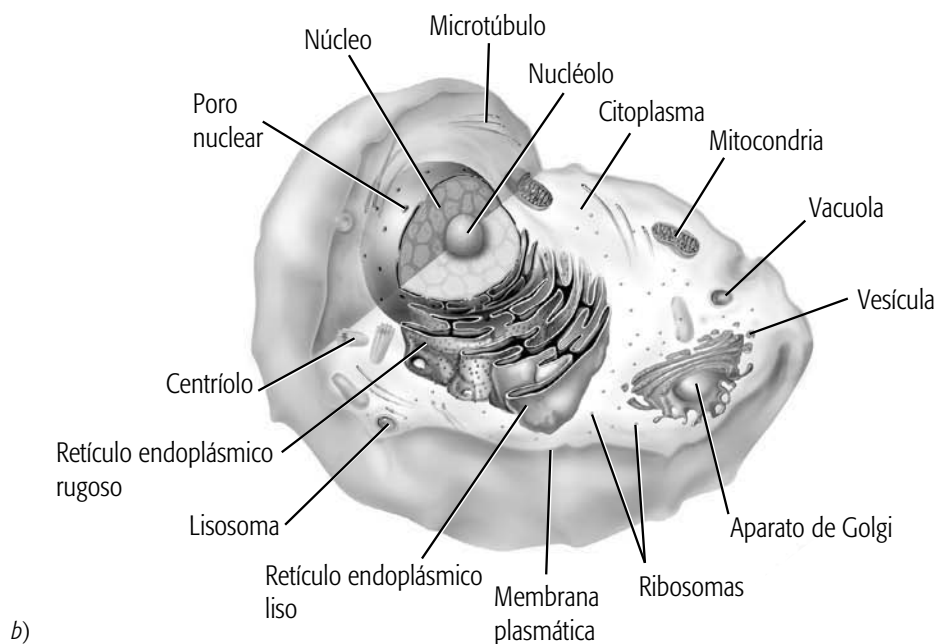


a)

Sabías que...

La clasificación actual de los seres vivos se basa en la división básica de las células: procariontes y eucariontes.

Procariontes	{	Algas verdeazules o cianobacterias
		Bacterias
Eucariontes	{	Protistas
		Animales
		Plantas



b)

Figura 1.4 Célula eucarionte
 Ilustración de la célula eucarionte
 a) vegetal y b) animal en donde se
 muestran sus estructuras principales.

Producto 1

Actividad

Observa la ilustración de la célula vegetal y la célula animal de la figura 1.4 y compara las partes de su estructura. Para hacer esta comparación utiliza la siguiente tabla.

En la primera columna escribe cada uno de los nombres señalados en la célula vegetal. En la segunda y tercera columnas anota una palomita (✓) o una cruz (✗) que indique que tal o cual estructuras están presentes o no en las células vegetal o animal. Observa el primer ejemplo, referente al núcleo.

Por último, escribe una conclusión señalando qué estructuras son diferentes en cada tipo de célula.

Nombres de las estructuras de la célula vegetal	Célula vegetal	Célula animal
Núcleo	✓	✓

Conclusión

Producto 2**Investiga**

Realiza una tabla comparativa en donde pondrás, por un lado, los tipos de células existentes (procarionte y eucarionte) y, por otro lo siguiente: fecha aproximada de aparición, organelos característicos, tipo de nutrición, tipo de respiración, tipo de reproducción, organismos actuales conformados por ese tipo de célula.

Característica	Procarionte	Eucarionte
Origen		
Organelos		
Nutrición		
Respiración		
Reproducción		
Ejemplos		

1.2 Estructura y funcionamiento celular

La microscopía electrónica es una herramienta muy importante en el estudio de la estructura celular. Su principal ventaja reside en que proporciona imágenes de diferentes estructuras celulares, en diferentes condiciones. Para determinar la función de las estructuras celulares es necesario introducir otras técnicas. Los investigadores deben purificar distintas estructuras celulares de manera que se puedan emplear métodos físicos y químicos para determinar lo que cada una realiza. En la actualidad los biólogos celulares emplean técnicas experimentales distintas para comprender la función de las estructuras celulares. A continuación estudiaremos cada una de estas estructuras y su función.

Sistema de endomembranas

Todas las células tienen en común tres características esenciales:

- a) Posee una membrana celular externa conocida también como membrana *plasmática*.
- b) Posee el material genético o información hereditaria que le permite reproducirse y transmitir sus características a sus descendientes.
- c) La presencia de citoplasma.

Con el descubrimiento del microscopio se demostró que todas las células tienen membranas, y gracias a los notables avances de la biología celular se ha podido observar que la membrana sirve como una barrera de protección hacia el exterior de la célula, conservando algunos materiales necesarios para su sostenimiento.

Sin embargo más adelante, y con el avance del microscopio electrónico, se descubrieron una serie de pliegues y repliegues distribuidos por todo el citoplasma, de ahí que los científicos hablan de un sistema de membranas que incluye a los organelos: mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, lisosomas y vesículas. Este sistema de membranas recibe el nombre de *unidad de membrana*.

Estructura: modelo de mosaico fluido de Singer Nicholson

Existen varias teorías relacionadas con la estructura de la membrana. La más aceptada en la actualidad es el modelo propuesto por S. J. Singer y G. Nicholson a principios de los años setenta.

El modelo de estos científicos es el llamado *Modelo de mosaico fluido*. Este modelo explica que la membrana celular es muy delgada, por lo que sólo es posible observarla con un microscopio electrónico. Químicamente está formada por dos capas de lípidos, y en su parte media una de proteínas, semejando un emparedado.

La membrana es flexible, porosa y con una permeabilidad selectiva o semipermeable.

Las moléculas de lípidos tienen una *porción hidrófoba*, es decir, que repele el agua, y otra parte polar que es *hidrófila*, con afinidad al agua. La parte hidrófoba queda hacia el centro de la membrana, una capa hidrófila hacia el exterior y la otra hacia el citoplasma.

Las proteínas están dispuestas entre las dos capas de lípidos, algunas quedan de manera externa, otras de forma intermedia y algunas de manera interna. Las proteínas orientadas de manera externa presentan asociaciones con cadenas de carbohidratos.

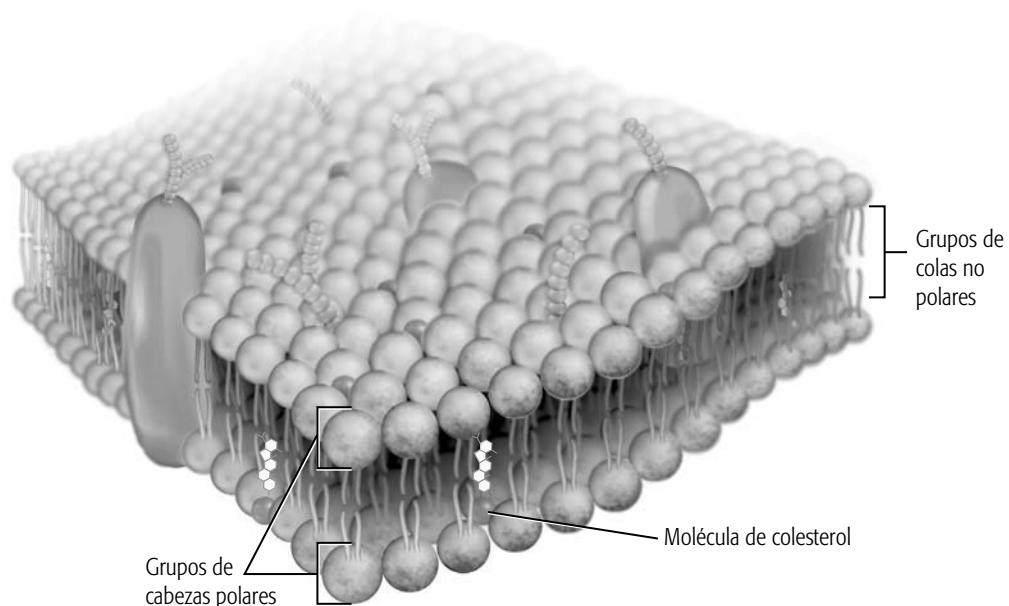
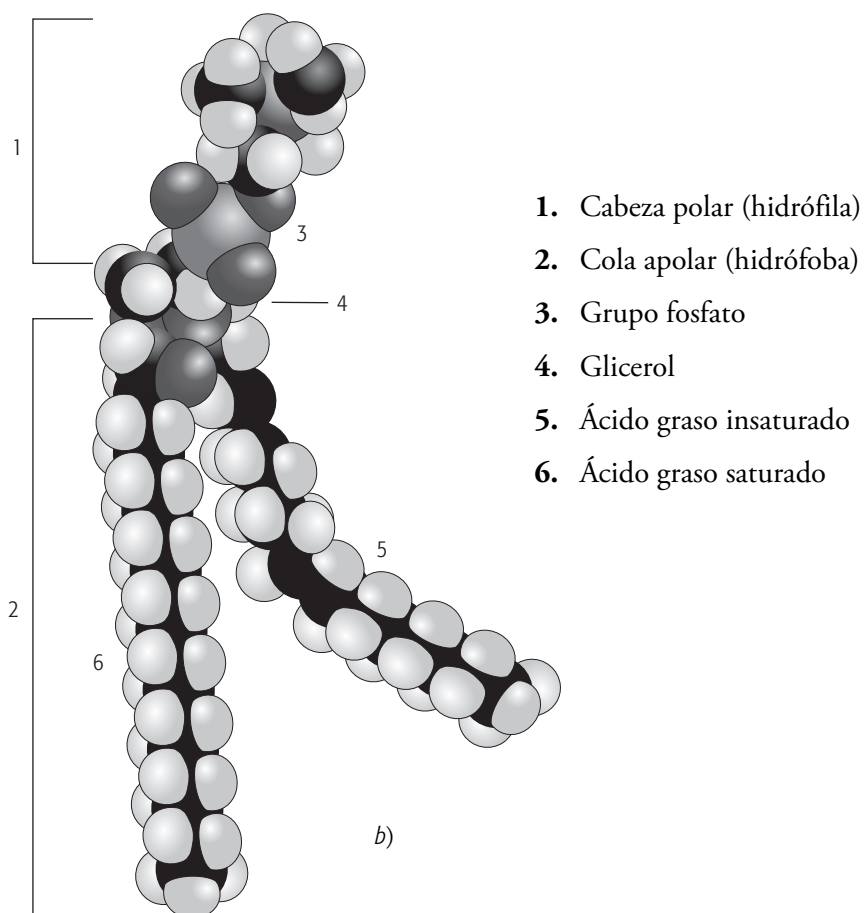
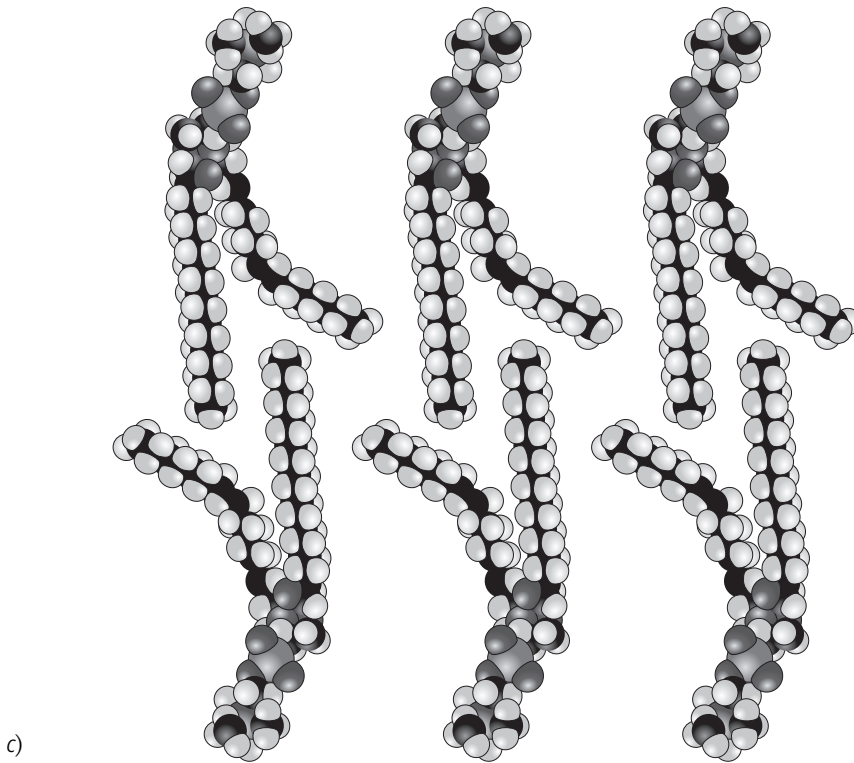


Figura 1.5 Modelo de mosaico fluido *a)* vista general, *b)* molécula de fosfolípido y *c)* disposición de fosfolípidos en la membrana.

a)



b)



Todas las membranas celulares presentan esta misma organización, lo que varía es el tipo de lípidos, carbohidratos y proteínas que las conforman, y eso ocasiona la diferencia de función en algunas de sus partes.

La *diferencia* entre la *célula vegetal* y la *célula animal* es que en la primera hay, además de la membrana, una pared celular externa que cubre toda la membrana; esa pared está formada por la célula misma. La pared externa de las células vegetales está hecha de celulosa.

Especializaciones de las membranas

La función más importante de la membrana celular es permitir el transporte de sustancias, ya que a través de ella pasan los nutrientes, el oxígeno, el agua y se eliminan sustancias en forma de desechos o productos celulares.

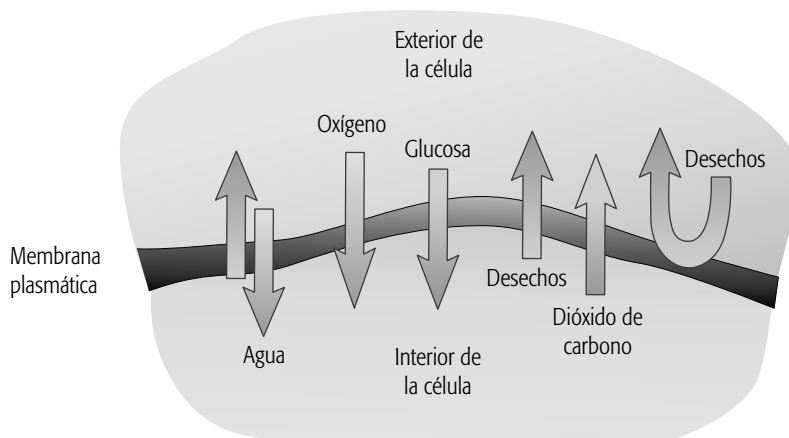


Figura 1.6 La función principal de la membrana celular es dejar entrar y salir sustancias a la célula.

Producto 3

¿Qué otros modelos se han propuesto para explicar el funcionamiento de la membrana celular? ¿Por qué el modelo del mosaico fluido es el más aceptado? Elabora un pequeño informe de investigación con tus descubrimientos, incorporando todos los diferentes modelos que encuentres.

Transporte de membrana

El transporte celular implica un movimiento constante de sustancias en ambas direcciones a través de la membrana encargada de regular el ingreso de materiales necesarios para realizar su función y mantenerse viva, así como excretar los materiales de desecho junto con las secreciones celulares. Son dos los mecanismos mediante los cuales se realizan estas funciones:

- a) El transporte celular pasivo.
- b) El transporte celular activo.

Transporte celular pasivo

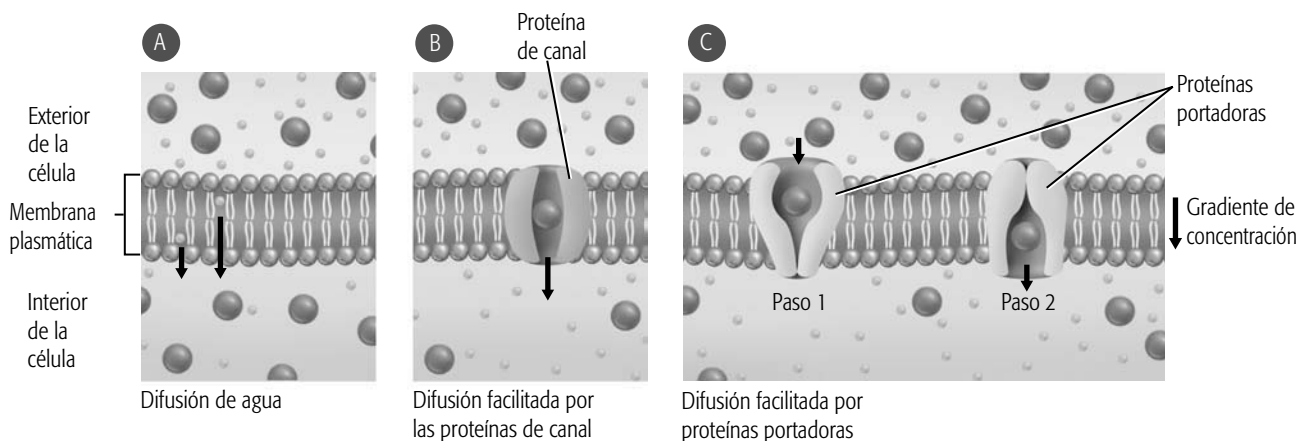
Es el movimiento o paso de sustancias a través de la membrana celular, donde no hay un gasto de energía celular implícito. Este mecanismo de transporte depende de la energía cinética de las partículas de la materia, que está en continuo movimiento.

Las partículas, al chocar unas con otras, cambian de dirección. Hay dos tipos de transporte celular: *difusión* y *ósmosis*.

Difusión Es el movimiento de las moléculas de las sustancias para pasar de un medio de mayor concentración a otro de menor concentración. Por ejemplo, cuando se derrama un perfume, lentamente se extiende su aroma por toda la habitación.

Muchas moléculas atraviesan la membrana celular por difusión simple, moviéndose a través de la bicapa de fosfolípidos desde el lado de la membrana donde está más concentrada hacia donde hay menor concentración. Las moléculas que se mueven de esta manera son aquellas que no tienen cargas eléctricas, como los lípidos, y son de menor tamaño. Este tipo de difusión no requiere un gasto de energía de la célula.

Figura 1.7 Ejemplos de difusión.



Los iones y las moléculas grandes sólo pueden penetrar a la membrana mediante canales situados dentro de la proteína de la membrana, a esta acción se le llama *difusión facilitada*. Se requieren dos tipos de proteína: una que está presente en la membrana y forma el canal de paso para las moléculas y otra que es una proteína transportadora de las mismas. Los iones de sodio (Na^+) y potasio (K^+), los aminoácidos y los monosacáridos sólo pueden atravesar la membrana mediante esta vía.

Ósmosis Es el paso de agua o solvente de un medio de menor concentración a otro de mayor concentración a través de una membrana. La ósmosis se debe a la diferencia de concentración de agua entre dos soluciones, es decir, no depende del tipo de solutos (sales, minerales, iones), sino de la cantidad de agua (solvente).

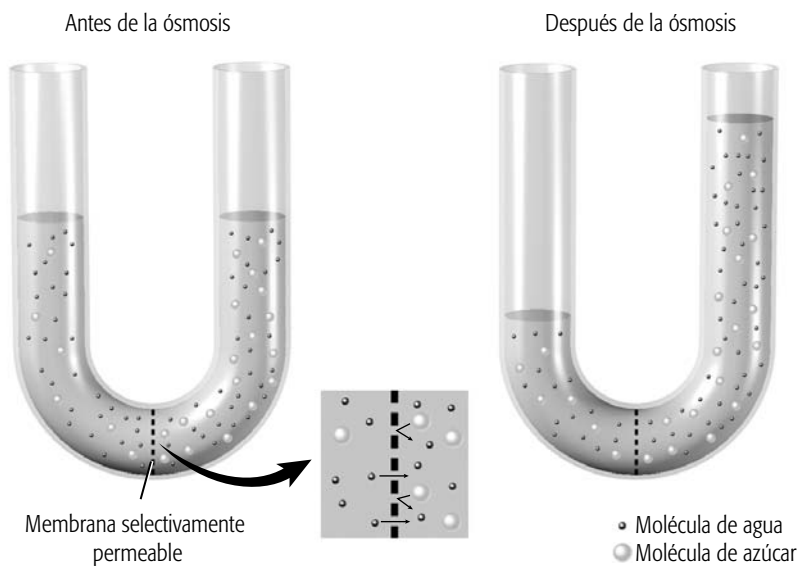


Figura 1.8 Ejemplo de ósmosis: antes la concentración de soluto es mayor. Después la concentración del azúcar es igual en ambos lados.

Transporte celular activo

Ocurre cuando el paso de sustancias a través de una membrana requiere un gasto de energía. Esto sucede porque el movimiento de sustancias va contra un gradiente de concentración, es decir, de una dirección de menor a mayor concentración.

Un ejemplo importante es el fenómeno llamado la *bomba de sodio-potasio*. En la mayoría de las células, el sodio (Na^+) se encuentra en menor concentración. Las células nerviosas utilizarán esta diferencia de gradiente para propagar el impulso nervioso.

En el potencial de acción, el potasio (K^+) sale de la célula a través de los canales de proteína de la membrana y a su vez, entra el sodio, lo que provoca un cambio de gradiente. Después de varios miles de potenciales de acción, los gradientes de concentración de sodio y de potasio en la membrana de la neurona se perderían, lo que se impide gracias a un conjunto de moléculas de transporte activo de la membrana celular, la bomba sodio-potasio, que utiliza la energía del ATP (adenosín trifosfato) para bombear el sodio fuera de la célula y al potasio dentro de la misma, manteniendo los gradientes de concentración de estos iones a través de la membrana celular.

Algunos mecanismos de las células, como la *endocitosis* y la *exocitosis*, se realizan también por transporte celular activo. La endocitosis ocurre cuando el material que será captado por la célula se fija a la membrana celular y hace que ese punto se abulte hacia el interior y quede englobado por la célula. En la exocitosis, el material viene del interior de la célula, la membrana de ésta se une a la membrana celular y con ello expulsa su contenido al exterior.

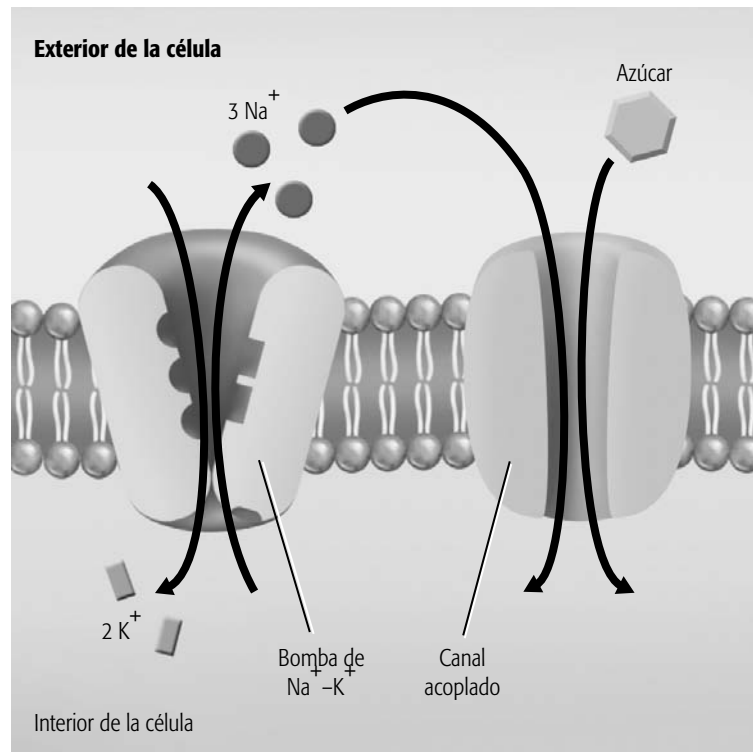


Figura 1.9 Bomba de Na⁺/K⁺
ATP-asa.

Cuando el material captado por la célula es sólido, ocurre la *fagocitosis*. Cuando lo captado son moléculas disueltas en lugar de partículas, entonces ocurre la *pinocitosis*, por ejemplo, la nutrición del óvulo cuando está madurando se lleva a cabo mediante este mecanismo.

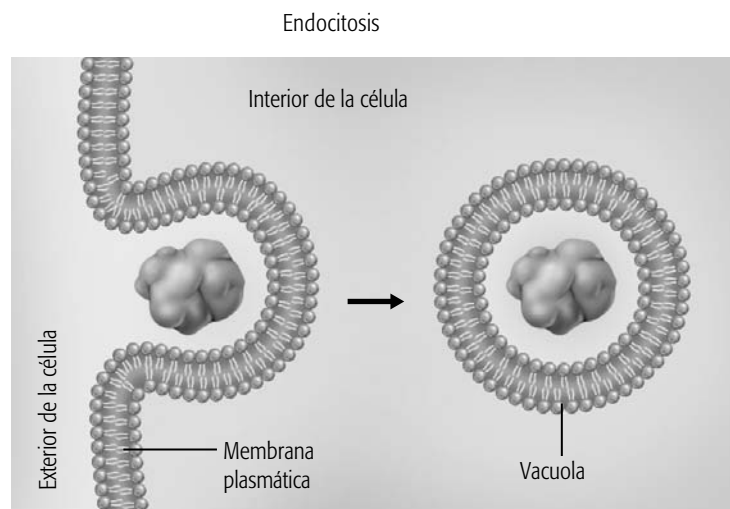


Figura 1.10 Las sustancias de gran tamaño entran a la célula por endocitosis (izquierda). En cambio, las sustancias para salir de la célula lo hacen por exocitosis (derecha).

Producto 4

Manos a la obra

Parte 1. Difusión

Materiales:

- 2 matraces o envases de vidrio
- agua fría
- colorante vegetal

Procedimiento:

1. Pongan en un matraz o envase de vidrio agua a temperatura ambiente y otro con agua fría del refrigerador.
2. Añadan una gota de colorante (sin mover demasiado el agua) y observen el comportamiento del agua.
3. Escribe tus observaciones:

a) ¿Qué ocurrió con la gota de colorante en el agua a temperatura ambiente?

b) ¿Qué ocurrió con la gota de colorante en el agua fría?

c) ¿Por qué crees que se dio ese comportamiento?

Producto 4**Parte 2. Difusión a través de una membrana selectivamente permeable***Materiales:*

- matraz de 500 mL
- 1 bolsa de diálisis + hilo
- rejilla y tubos de ensayo pequeños
- baño maría preparado con matraz pequeño con agua
- agarradera de tubo de ensayo
- reactivo de Benedict
- yodo
- cilindro graduado
- solución de glucosa a 30%
- solución de almidón a 1%

Antes de comenzar el experimento el profesor deberá tener cortadas las bolsas de diálisis a unos 25 cm y haberlas puesto en agua por unos minutos para que se puedan abrir.

Procedimiento:

1. Doblen el final de la bolsa y cierren con hilo.
2. Añadan aproximadamente la mitad de la solución de glucosa y la mitad de la de almidón en la bolsa.
3. Cierren la bolsa suavemente con una liga, agítenla y anoten el color de la solución; luego laven la bolsa con agua.
4. En un matraz con 300 mL de agua añadan varias gotas de la solución de yodo hasta tener un color dorado.
5. Pongan la bolsa de diálisis con las soluciones dentro del agua y dejen durante 30 minutos.
6. Luego saquen la bolsa del agua y pongan la solución en un matraz vacío. Anoten el color de las soluciones dentro y fuera de la bolsa.
7. Realizar la prueba de Benedict para las soluciones (es muy importante tener un control o testigo).
8. Anota tus observaciones:

Parte 3. Comportamiento osmótico en células animales y vegetales*Materiales:*

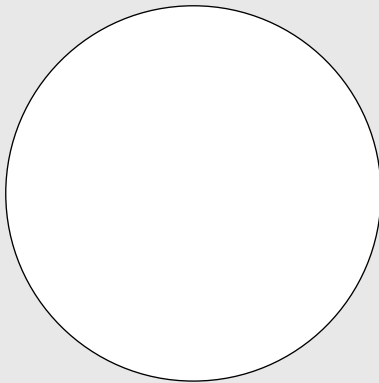
- botellas con soluciones A, B y C (A: agua con sal; B: agua de la llave; C: agua destilada)
- portaobjetos y cubreobjetos
- agujas de disección
- lápiz de cera

Producto 4

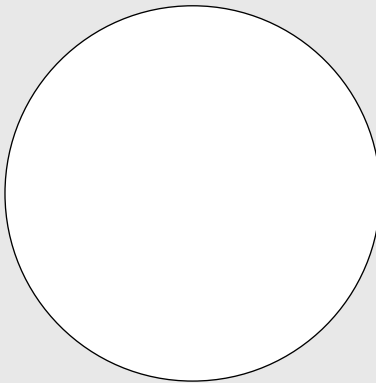
Prueba células animales:

1. Rotulen cuatro laminillas.
2. Preparen una laminilla con una gota de sangre y observen los eritrocitos.
3. Añadan una gota de la solución A a una laminilla y coloquen el cubreobjeto. Luego añadan con cuidado por un lado una gota de sangre y observen lo que sucede cuando los eritrocitos entran en contacto con la solución.
4. Repitan el mismo procedimiento con las soluciones B y C.
5. Anota tus observaciones y haz un dibujo de lo que puedes apreciar en el microscopio.

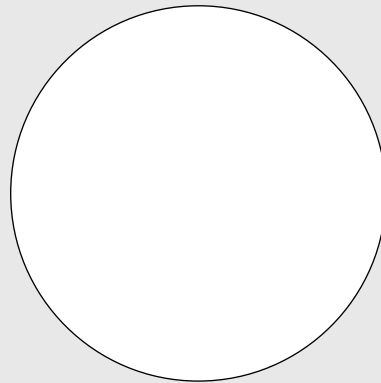
Solución A



Solución B



Solución C

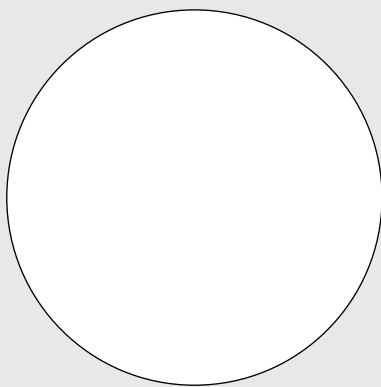


Prueba células vegetales:

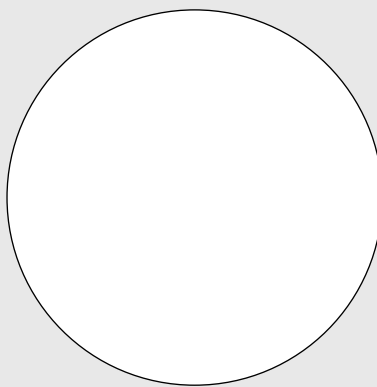
1. Rotulen cuatro laminillas.
2. Preparar una laminilla con hoja de *Elodea* y observen.
3. Añadan una gota de solución A a una laminilla, coloquen la hoja de *Elodea* y luego pongan el cubreobjeto. Observen bajo el microscopio.
4. Repitan el mismo procedimiento con las soluciones B y C. Nota: la solución B será el agua del estanque de donde tomaron la planta.

Producto 4

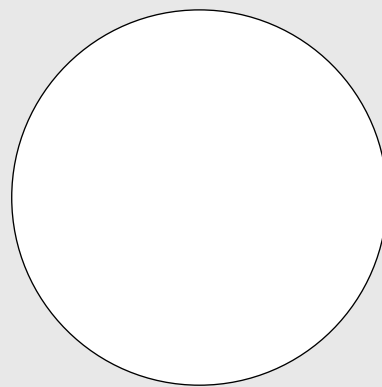
Solución A



Solución B



Solución C



Lectura

Biomoléculas

Se llaman biomoléculas o compuestos orgánicos las sustancias formadas por átomos de carbono unidos por enlaces covalentes a otros elementos, como hidrógeno, nitrógeno, azufre o fósforo.

Las principales biomoléculas de los seres vivos se organizan en cuatro grupos:

- a) carbohidratos
- b) proteínas
- c) lípidos
- d) ácidos nucleicos

Algunos de ellos se encuentran formando la estructura y la integridad de la célula, y otros están para suministrar energía.

Los carbohidratos y los lípidos son las principales fuentes de energía química para los organismos.

Las proteínas son sustancias estructurales que tienen gran importancia cuando funcionan como catalizadores y como reguladores de los procesos celulares.

Los ácidos nucleicos actúan en el almacenamiento y transferencia de información para la síntesis de proteínas específicas en las células. También intervienen en la transmisión de los caracteres hereditarios.

Envoltura nuclear

Este organelo está limitado por una doble membrana que forma la *envoltura nuclear*, la externa que se continúa con el retículo endoplásmico rugoso y la interna formada por una red de filamentos que parecen una lámina. Las dos membranas se encuentran unidas alrededor de unas aberturas llamadas *poros nucleares* de naturaleza proteínica.

El *nucleoplasma* es la parte interna del núcleo donde se encuentra el nucléolo, está formado por ARN, proteínas, enzimas, nucleótidos y sales minerales. La *cromatina* está constituida por ADN, histonas y proteínas del citoesqueleto fuertemente enlazadas.

Núcleo

El **núcleo** presenta un aspecto granuloso y heterogéneo, con zonas claras que es la *eucromatina* (cromatina poco condensada) y zonas oscuras que representan a la *heterocromatina* (cromatina muy condensada). La cromatina formará los cromosomas durante la división celular (mitosis). Cuando la célula se va a reproducir el núcleo se fragmenta y la membrana nuclear queda adosada a la membrana plasmática; una vez terminado este proceso la membrana nuclear vuelve a cerrarse y recupera su forma original.

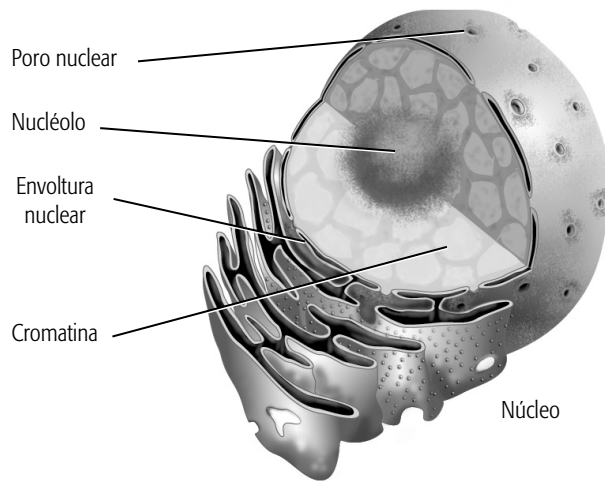


Figura 1.11 El núcleo está delimitado por una doble membrana que forma la envoltura nuclear.

Funciones del núcleo

- Es el “cerebro” de la célula ya que dirige todas las actividades celulares.
- Es responsable de la replicación o duplicación del ADN.
- Define los procesos de formación, reproducción y operación celular.
- Contiene el código genético y da las instrucciones para la síntesis de proteínas.
- Forma los compuestos con capacidad para transportar electrones, como el NAD^+ (nicotinamida-adenina-dinucleótido) indispensable para el metabolismo celular.

Sistema de retículos

El *retículo endoplásmico* es una red de estructuras aplanadas, muy semejante al aparato de Golgi. Está constituido por paredes membranosas que se pliegan entre sí y forman canales internos que pueden conectarse a otros organelos.

Una célula eucariótica tiene retículo de dos tipos:

1. Un **retículo rugoso** que tiene ribosomas empujados en sus paredes, lo que le da una apariencia granular. Éstos sintetizan proteínas para uso celular y extracelular. Una vez formada la proteína, entra a los canales del retículo, donde es distribuida al organelo que la necesita.
2. El **retículo liso** no tiene ribosomas (agranular), por tanto, no sintetiza proteínas. Su superficie, externa retiene enzimas para sintetizar lípidos y polisacáridos que una vez formados son llevados a otra parte de la célula. En el caso del retículo de las células musculares, almacenan y liberan iones de calcio que provocan la contracción del músculo.



Figura 1.12 El retículo endoplásmico liso y rugoso son una serie de canales conectados por una membrana y en él se lleva a cabo la síntesis de proteínas.

Mitocondria

Las mitocondrias están cubiertas por dos membranas, la membrana interna presenta una gran cantidad de pliegues a los cuales se les llama crestas mitocondriales. En la superficie de estos pliegues se producen las reacciones respiratorias, en donde se presenta el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono. La membrana externa, por otra parte, es lisa y sirve para demarcar el límite exterior.

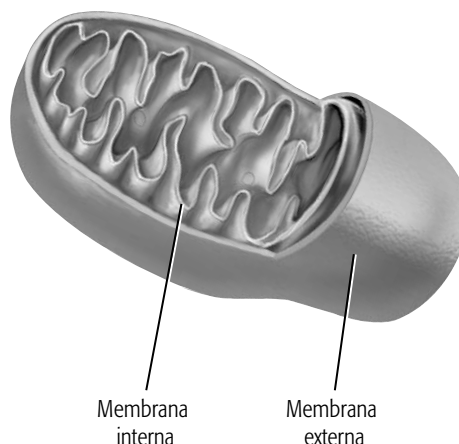


Figura 1.13 Las mitocondrias son consideradas como las “centrales energéticas” de las células.

Función mitocondrial

La función principal de las mitocondrias es la de producir energía (aportan cerca de 90% de la energía que necesita la célula) por medio de la utilización de biomoléculas, como la glucosa y los ácidos grasos, capaces de transformar los materiales nutrientes en moléculas ATP (trifosfato de adenosina) las cuales son aprovechadas por la célula como fuente directa de energía.

Aparato de Golgi

Está formado por un apilamiento de membranas que semejan sacos o vesículas aplanados. Sus membranas son semejantes a las del retículo endoplásmico.

Función del aparato de Golgi

Su función es la de almacenamiento, ya que continuamente recibe proteínas que se han sintetizado en el retículo endoplásmico. Las enzimas presentes en el aparato de Golgi, modifican a las proteínas, agregando otras moléculas, como las de azúcares, ácidos grasos y fosfatos. Posteriormente, el aparato de Golgi forma nuevas vesículas con este contenido y las orilla hacia la membrana celular para ser liberadas.



Figura 1.14 El aparato de Golgi está estructurado por una pila aplanada de membranas que organizan y empaquetan a las proteínas en bolsas llamadas vesículas.

Vesículas o vacuolas

Las vacuolas, situadas en el citoplasma, son estructuras formadas por membranas y tienen la forma de pequeñas bolsas cerradas. Están llenas de fluido que contiene varias sustancias.

Lisosomas

Son organelos vesiculares que se forman en el aparato de Golgi y que luego se dispersan en el citoplasma de la célula.

Los lisosomas son estructuras globulares pequeñas y tienen una membrana delimitante. En su interior contienen proteínas funcionales llamadas enzimas digestivas.

Función de los lisosomas

Su función es fragmentar las macromoléculas, destruir las bacterias y descomponer los organelos que se han dañado en la célula. Su poder digestivo es grande, a tal grado que si se rompe la membrana del lisosoma, digiere el contenido de la célula.

En las células animales, las vacuolas suelen ser pequeñas y se encuentran algunas dispersas en el citoplasma.

En los organismos unicelulares sirven como vacuolas alimentarias, que digieren el alimento; además hay otras que son llamadas *vacuolas contráctiles*, que bombean el exceso de agua y algunos materiales de desecho fuera de la célula.

Entre los organismos multicelulares, son más importantes en las plantas, porque tienen una vacuola central que almacena los materiales y da soporte. El agua acumulada en la vacuola central expande la célula y la hace rígida.

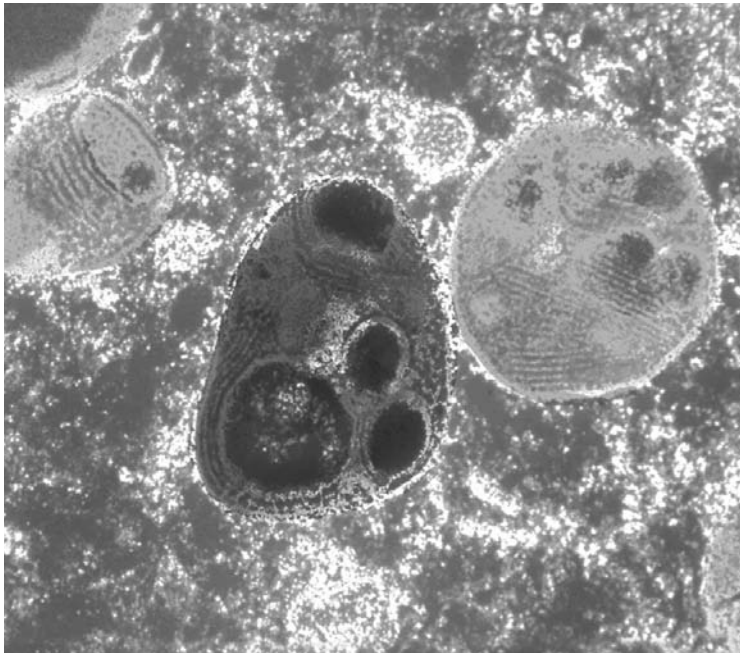


Figura 1.15 Los lisosomas contienen enzimas digestivas que descomponen los desechos contenidos en las vacuolas.

Membrana plasmática

Es la parte externa de la célula animal y se encuentra por debajo de la pared celular sólo en las células vegetales y algunas bacterias; en las células vegetales es delgada, semipermeable, transparente y uniforme. La membrana plasmática está constituida por fosfolípidos, proteínas, colesterol y carbohidratos.

Los fosfolípidos o lípidos anfipáticos forman una doble capa continua, cada fosfolípido está formado por una cabeza que es la parte afín al agua llamada *hidrófila* y

una cola que repele al agua llamada *hidrófoba*. La doble capa está formada por dos fosfolípidos donde las cabezas dan tanto al exterior como al interior de la célula y las colas quedan en medio de las cabezas. Flotando entre la doble capa lipídica, se encuentran las proteínas que pueden ser integrales y periféricas. La cara que da hacia la parte externa de la célula presenta cadenas cortas de carbohidratos (monosacáridos y disacáridos).

Por último, las moléculas de colesterol están embebidas en el interior de la doble capa de fosfolípidos. Todos los componentes mencionados se presentan en diferentes proporciones según el tipo de célula que se trate. Esta membrana ha sido representada en un modelo conocido como *modelo de mosaico fluido* o *modelo de sándwich de Singer* como se vio anteriormente (ver figura 1.5).

Funciones de la membrana plasmática

En cuanto a las funciones de la membrana plasmática podemos decir que delimita y da forma a la célula, la aísla y la protege contra acciones mecánicas o químicas; además, controla su contenido químico. Lleva a cabo el transporte de sustancias de manera controlada, selectiva y eficaz para mantener la homeostasis.

Por otro lado, capta señales extracelulares y libera señales intracelulares, lo cual permite la comunicación con otras células, interactuando con ellas para formar tejidos y respondiendo adecuadamente a los estímulos externos.

Citoesqueleto

Consiste en una malla tridimensional de filamentos ramificados de proteínas de diferentes diámetros. Por su diámetro, los filamentos que se encuentran interconectados entre sí pueden ser:

- a) *Microfilamentos* de 6 a 8 nm formados por dos cadenas de subunidades de actina *G* (globular), enrollados entre sí para formar actina *F* (filamentosa), que presenta polaridad en sus extremos.

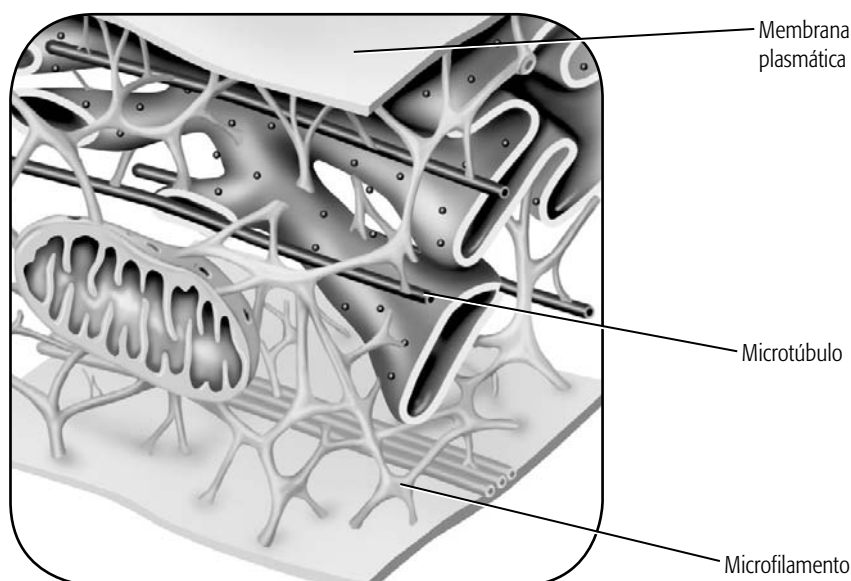


Figura 1.16 Citoesqueleto El citoesqueleto es un sistema de redes que forma el esqueleto de la célula y es donde se encuentran anclados los organelos celulares.

- b) *Filamentos intermedios* (cerca de 10 a 15 nm), son de un grupo de proteínas que presentan una gran especificidad como la citoqueratina y desmina.
- c) *Microtúbulos* (cerca de 25 nm) cuyo componente básico es la proteína tubulina.

Funciones del citoesqueleto

- Regula el movimiento y la posición de los organelos en respuesta a diferentes señales intra y extracelulares por lo que el citoesqueleto es comparado con los andamios que hay en una construcción.
- Presenta una importante función de movilidad durante el desarrollo embrionario.
- Separa los cromosomas durante la división celular.
- Influye en la forma de la célula y en la citodiferenciación.

Cloroplastos

Los cloroplastos sólo están presentes en las células vegetales y están constituidos por tres membranas: externa, interna y tilacoidal, y presenta tres compartimientos: el espacio intermembranoso, el estroma y el espacio tilacoidal.

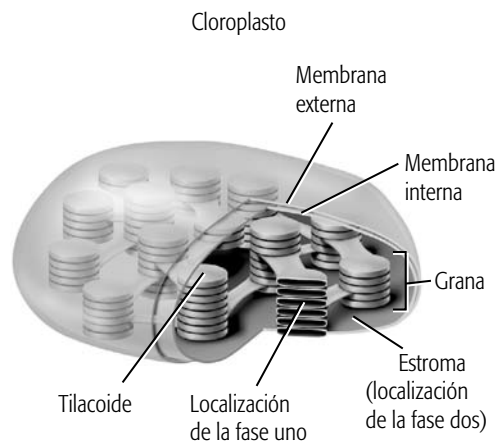


Figura 1.17 Cloroplasto El cloroplasto está constituido por tres membranas y tres espacios intermembranosos en los cuales se lleva a cabo la fotosíntesis.










La membrana externa protege a todo el cloroplasto, la membrana interna es menos permeable y la membrana tilacoidal forma unos discos aplanados llamados *tilacoides* los cuales en conjunto forman la *grana*.

El espacio intermembranoso se encuentra entre la membrana externa e interna; el estroma es un espacio formado por un semifluido que contiene ribosomas, copias de ADN, ARN, almidón y lípidos, este semifluido cubre los tilacoides. Por último, los tilacoides están formados por una membrana tilacoidal en la que se llevan a cabo las reacciones de la fotosíntesis que dependen de la luz pues en ella se encuentran la clorofila y otros pigmentos que colaboran con este proceso.

Funciones de los cloroplastos

Los cloroplastos son organelos exclusivos de las células vegetales y tienen como función transformar la energía luminosa en energía química, durante la fotosíntesis.

Tabla 1.1 Resumen de estructuras celulares eucariontes.

Organelos celulares	Ejemplo	Función	Tipo de célula
Membrana celular		Controla el paso de sustancias hacia el interior y exterior de la célula.	Todas las células
Núcleo		Dirigen la síntesis de proteínas y la división celular.	Células eucariontes
Retículo endoplásmico		Realiza la síntesis proteica.	Células eucariontes
Mitocondria		Hace que la energía esté disponible para el resto de la célula.	Células eucariontes
Aparato de Golgi		Modifica y empaca proteínas para enviarlas fuera de la célula.	Células eucariontes
Vacuolas		Almacena sustancias temporalmente.	Células eucariontes
Ribosoma		También efectúa la síntesis de proteínas.	Células eucariontes
Citoesqueleto		Esqueleto de la célula dentro del citoplasma.	Células eucariontes
Cloroplastos		En las plantas, transforma la energía luminosa en energía química.	Células eucariontes

Producto 5

Manos a la obra

Formen equipos de tres a cuatro integrantes, y en el patio del colegio, busquen cualquier material de desecho que les sirva para poder elaborar modelos. Elaboren un modelo de una célula procariota y uno de una célula eucarionte. Una vez terminado, deberán exponérselo a su profesor y al resto de sus compañeros, explicando los componentes principales de cada tipo de célula.

1.3 Comunicación celular

La comunicación celular se define como un proceso por el cual las células transmiten información para promover o modificar respuestas celulares en otras células. Las respuestas pueden ser: excitatorias, por ejemplo, la contracción muscular, o inhibitorias moduladoras, como las funciones de aprendizaje y de memoria.

La función principal de la comunicación celular es la de adaptarse a los cambios que existen en los diferentes medios que las rodean. La comunicación celular tiene dos fases principales: La *fase intercelular* y la *fase intracelular*.

Fase intercelular

Es la liberación de una sustancia portadora de un mensaje a partir de la célula efectora hasta la llegada de éste al interior de la célula que va a dar respuesta al mensaje, célula diana o célula blanco.

Por ejemplo, la célula nerviosa (transmisora) fabrica un mensajero (neurotransmisor), el cual hace contacto con un receptor (una proteína de la membrana) localizado en un músculo (célula blanco o diana) la cual se contraerá en respuesta al transmisor.

Fase intracelular

Las células de nuestro organismo contienen unas redes de comunicación interna sorprendentes, de la organización de estos circuitos depende la creación de nuevas células y nueva vida.

Los distintos tipos de comunicación intracelular se dan con los componentes de todo tipo de comunicación. El emisor, que envía el mensaje, mediante una vía, para que lo reciba un receptor, el cual mediante un código va a interpretar la información enviada.

Existen dos tipos:

1. Mediadas por vesículas.
2. Mediadas por moléculas.

De las mediadas por vesículas se pueden encontrar, por ejemplo, las vesículas que se mueven desde los complejos de Golgi hasta la superficie de la célula. Cuando una vesícula alcanza la superficie celular, su membrana se fusiona con la membrana citoplasmática y expulsa su contenido al exterior. Este proceso es conocido como *exocitosis*.

El transporte por medio de vesículas o vacuolas también puede operar en sentido contrario. En la *endocitosis*, el material que se incorporará a la célula induce una invaginación de la membrana, produciéndose una vesícula que encierra a la sustancia. Esta vesícula es liberada en el citoplasma. Se conocen tres formas distintas de endocitosis:

- a) La fagocitosis (“células comiendo”).
- b) La pinocitosis (“células bebiendo”).
- c) La endocitosis mediada por receptor; todas ellas requieren energía.

Dependiendo de organismos unicelulares o pluricelulares, existen dos tipos de comunicación celular:

Producto 6

Comunicación celular

Realiza un informe de investigación donde identifiques la relación entre el Síndrome Alcohólico Fetal y la comunicación celular. ¿Cómo se ve afectada la comunicación celular con el alcohol? ¿Qué consecuencias tiene en el feto?

Comunicación celular de organismos unicelulares

Las células unicelulares procariontes (como las bacterias) y las células eucariontes (como los protozoos), viven en un medio acuoso del que reciben múltiples estímulos físicoquímicos como la luz, temperatura, salinidad, acidez, concentración de otras sustancias, a los que responden generalmente con movimiento, llamado *taxia* (*quimiotaxia*, *fototaxia*). Los organismos unicelulares captan de su microambiente estímulos y procesan la información que reciben a través de una vía de transducción de señales, que controla la dirección del movimiento de sus pseudópodos, flagelos o cilios. Los seres unicelulares móviles se adaptan al estado físico y químico de su entorno y pueden aproximarse o alejarse de varios estímulos, como un medio de competir para la supervivencia. Estos organismos unicelulares también producen sustancias parecidas a las hormonas, que son captadas por individuos de su misma especie mediante receptores celulares de membrana específicos. Este intercambio de información les sirve para el intercambio genético, principalmente.

Comunicación celular en organismos multicelulares

Las células poseen en la membrana plasmática un tipo de proteínas específicas llamadas receptores celulares, encargadas de recibir señales físicoquímicas del exterior celular. Las señales extracelulares suelen ser *ligandos* que se unen a los receptores celulares. Existen tres tipos de comunicación celular según el ligando:

- Contacto celular con ligando soluble (hormona o factor de crecimiento).
- Contacto celular con ligando fijo en otra célula.
- Contacto celular con ligando fijo en la matriz extracelular.

La existencia de organismos multicelulares, en los que cada una de las células individuales debe cumplir con sus actividades de acuerdo con los requerimientos del organismo como un todo, exige que las células posean un sistema de generación, transmisión, recepción y respuesta de una multitud de señales que las comuniquen interrelacionen funcionalmente entre sí. Estas señales que permiten que unas células influyan en el comportamiento de otras son fundamentalmente químicas.

Sistemas de comunicación celular

Como hemos visto, la existencia de organismos multicelulares, en los que cada una de las células individuales debe cumplir con sus actividades de acuerdo con los requerimientos del organismo como un todo, exige que las células posean un sistema de *generación, transmisión, recepción y respuesta* de una multitud de señales que las comuniquen e interrelacionen funcionalmente entre sí. Estas señales que permiten

que unas células influyan en el comportamiento de otras son fundamentalmente químicas. A continuación estudiaremos estos tipos de comunicación que presentan las células.

Comunicación endocrina

En este tipo de comunicación, las moléculas señalizadoras (hormonas) son secretadas por células endocrinas especializadas y transportadas a través de la circulación, actuando sobre células diana localizadas en lugares alejados del organismo. En los animales se producen más de 50 hormonas distintas por este tipo de glándulas llamadas endocrinas.

Comunicación paracrina

La comunicación paracrina es la que se produce entre células que se encuentran relativamente cercanas, sin que para ello exista una estructura especializada como es la sinapsis, siendo una comunicación local.

Este tipo de comunicación celular es la que se realiza cuando se produce una hemorragia por rotura de un vaso sanguíneo, que para producir la hemostasia, intervienen diferentes tipos de células como las células endoteliales, las plaquetas, los fibroblastos, los macrófagos, etcétera. El mismo tipo de comunicación celular es el que ocurre durante la inflamación local.

Comunicación autocrina

La comunicación autocrina o autocomunicación es la que establece una célula consigo misma. Este tipo de comunicación es el que establece la neurona presináptica al captar ella misma en sus receptores celulares, los neurotransmisores que ha vertido en la sinapsis, para así dejar de secretarlos o recaptarlos para reutilizarlos. Muchas células en crecimiento como las células del embrión o las células cancerosas producen factores de crecimiento y los receptores para esos mismos factores de crecimiento y así perpetuar su proliferación, controlada en el caso del embrión y descontrolada en el caso del cáncer.

Comunicación yuxtacrina

Es la comunicación por contacto con otras células o con la matriz extracelular, mediante moléculas de adhesión celular. La adhesión entre células homólogas es fundamental para el control del crecimiento celular en la formación de los tejidos, entre células heterólogas es muy importante para el reconocimiento que realiza el sistema inmune. La comunicación yuxtacrina se realiza entre otros mecanismos por medio de las uniones celulares como las uniones *gap*.

Comunicación nerviosa

La comunicación nerviosa o neurotransmisiones es cuando el flujo de información eléctrica recorre la dendrita y axón de las neuronas en una sola dirección, hasta alcanzar la sinapsis, donde en esa hendidura que separa ambas neuronas, la neurona pre-

sináptica segrega unas sustancias químicas llamadas neurotransmisores que son captadas por la neurona post-sináptica, que transmite y responde a la información. Existen dos variedades de comunicación nerviosa que son:

- La **neurosecreción** o comunicación neuroendocrina, donde una neurona vierte una hormona a la circulación sanguínea para alcanzar a un órgano blanco distante.
- La **comunicación neuromuscular**, donde las neuronas motoras transmiten el impulso nervioso de contracción a las células musculares a través de una estructura semejante a la sinapsis llamada placa motora.

Producto 7

Comunicación celular

Completa la siguiente tabla:

	Endocrina	Paracrina	Autocrina	Yuxtacrina	Nerviosa
¿Cuándo se produce?					
¿Dónde se presenta?					
Estructuras especializadas necesarias para su funcionamiento					

Producto 8

1. En la tabla que realizaste al inicio del módulo, completa la tercera columna, *Lo que aprendí*. Compara tus respuestas con las de tus compañeros, de tal manera que puedas completar lo que te faltó.

2. Contesta las siguientes preguntas:

a) ¿Qué le sucede a una célula si los lisosomas se rompen? Explica tu respuesta.

b) Define brevemente señal endocrina, paracrina y autocrina.

c) Define y da ejemplos de primer, segundo y tercer mensajero.

d) Describe los tres grandes tipos de comunicación celular utilizados por células eucariontes animales.

3. **Falso o verdadero** Marca una de las casillas para verdadero o falso. Cada respuesta acertada vale 1 punto, las respuestas erróneas y las que dejes en blanco valen 0.

V F

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | a) Las células eucariontes no presentan núcleo. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | b) La membrana plasmática separa el medio interno celular del externo. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | c) El citoplasma está formado por los organelos celulares, el citosol más el núcleo. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | d) Una célula eucarionte típica mide entre 10 y 50 μm . |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | e) Las células eucariontes tienen forma muy variada, desde estrelladas hasta ovaladas. Las formas redondeadas no son en realidad las más frecuentes. |

Producto 8

4. Relaciona Relaciona el nombre de los organelos con la figura correspondiente:

a) cloroplasto



b) aparato de Golgi



c) ribosoma



d) mitocondria



5. Los centriolos son organelos propios de:

- a) células animales y vegetales
- b) células vegetales
- c) células animales

6. Las mitocondrias son organelos:

- a) presentes en todas las células eucariontes
- b) presentes sólo en las células animales
- c) presentes sólo en las células vegetales

7. Organelos específicos de las células vegetales son:

- a) mitocondrias y cloroplastos
- b) cloroplastos y pared celular
- c) cloroplastos y centriolos
- d) mitocondrias y aparato de Golgi

Producto 8

8. El retículo endoplásmico rugoso recibe este nombre por:
 - a) Los pliegues de sus membranas
 - b) Las arrugas de sus vesículas
 - c) El aspecto que le confieren los ribosomas
 - d) El relieve de la membrana de sus sacos

9. El paso de grandes moléculas al interior de la célula se realiza mediante un proceso que se denomina:
 - a) difusión simple
 - b) difusión facilitada
 - c) endocitosis
 - d) exocitosis

10. Aplicación de conocimientos
 - a) La célula es la unidad básica funcional y estructural de los seres vivos. Elabora una investigación sobre alguno de los siguientes padecimientos y qué relación tienen con las células de los pacientes: gota, enfermedad de Pope y cáncer. Presenta tu investigación en clase.
 - b) Investiga qué es la terapia celular y cómo funciona. ¿Qué padecimientos puede curar?

Portafolio de evidencias

Revisa la sección “Integración de un portafolio de evidencias” al final de tu libro e integra todas las notas, apuntes, recortes y fotografías de los productos de este módulo para evaluación de tu profesor.

Módulo 2

Energía celular y metabolismo

Al observar a nuestro alrededor vemos que las plantas crecen, los animales se trasladan de un lugar a otro y las máquinas efectúan diversas tareas. Todas estas actividades tienen algo en común: la producción de energía.

Esta energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta a través de las transformaciones que ocurren en la naturaleza, como ocurre con las plantas que toman la energía del Sol y la transforman en energía química. Los seres humanos no tenemos esa capacidad, razón por la cual dependemos de los alimentos.

En este módulo revisaremos brevemente algunos puntos relevantes sobre la fotosíntesis y la respiración, dos procesos básicos para la vida.

Contenido

- 2.1 Fotosíntesis (cloroplastos)
- 2.2 Respiración (mitocondrias)



**Competencias a desarrollar**

Relacionar las actividades celulares de la producción de la energía a partir de nutrientes, con base en los mecanismos metabólicos de la fotosíntesis y la respiración como vías catabólicas y anabólicas distintas pero complementarias en la naturaleza.

Objetivo del módulo

Al finalizar el módulo, el alumno será capaz de explicar los procesos de transformación de la energía celular y su significado metabólico.

¿Cuánto sabes?

1. Elabora en tu cuaderno una tabla S-Q-A (como se presenta a continuación) S lo que sabes acerca de:
 - a) ¿Qué sabes acerca del metabolismo celular?
 - b) ¿Qué sabes de la fotosíntesis?
 - c) ¿Qué sabes acerca de la respiración de los seres vivos?
 - d) ¿De dónde toma la célula su energía y para qué la utiliza?
2. Con ayuda de tu profesor, comparte con el grupo tus opiniones.
3. En la columna Q escribe dos preguntas acerca de qué te gustaría saber acerca de la energía celular y su metabolismo.
4. Una vez que hayas revisado el tema con tu profesor, escribe en la columna A lo que aprendiste en relación con las preguntas que se te hicieron en la columna S.

S (Lo que sé)	Q (Qué quiero saber)	A (Lo que aprendí)

2.1 Fotosíntesis (cloroplastos)

La fotosíntesis es un proceso metabólico en virtud del cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química.

Prácticamente toda la energía que consumen los seres vivos que habitan la biósfera terrestre, la zona del planeta en la cual hay vida, procede de la fotosíntesis. Ésta se realiza en dos fases: la primera, llamada *fase primaria o lumínica*, aumenta con la intensidad de la luz, pero no con la temperatura. En la segunda, *fase secundaria o independiente de la luz*, la velocidad aumenta con la temperatura, pero no con la intensidad luminosa.

Fotosíntesis: fase lumínica

Esta fase de la fotosíntesis es una etapa en la que se producen reacciones químicas con la ayuda de la luz solar y la clorofila.

La clorofila capta la luz solar y provoca el rompimiento de la molécula de agua (H_2O), separando el hidrógeno (H) del oxígeno (O); es decir, rompe el enlace químico que los mantiene unidos. Este proceso genera oxígeno en forma de gas (O_2) que se libera al ambiente, y la energía no utilizada es almacenada en moléculas especiales llamadas ATP (adenosín trifosfato). En consecuencia, cada vez que la luz esté presente se desencadenará en la planta este proceso químico.

Sabías que...

La **clorofila** es un compuesto orgánico, formado por moléculas que contienen átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y magnesio.

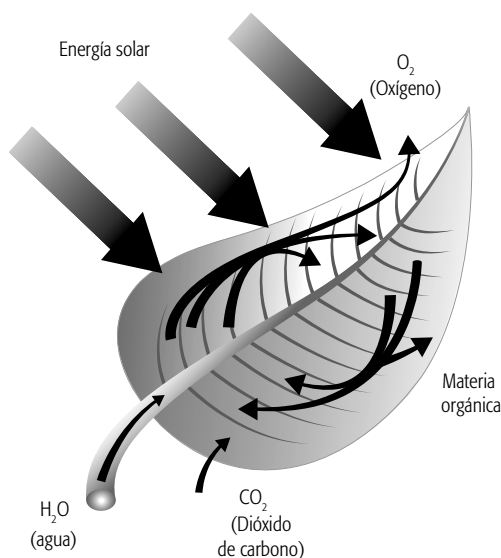
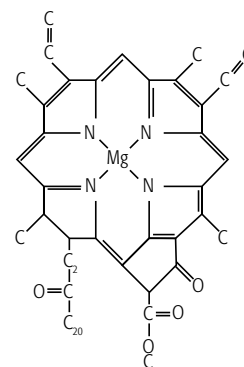


Figura 2.1 Esquema general de la fotosíntesis.

Producto 1

Investiga

1. ¿Cuántos tipos de clorofila existen?

Producto 1

2. ¿Qué importancia evolutiva tienen los distintos tipos de clorofila?

3. ¿Qué otros pigmentos utiliza la planta para poder captar la energía del sol?

Fotosíntesis: fase independiente de la luz

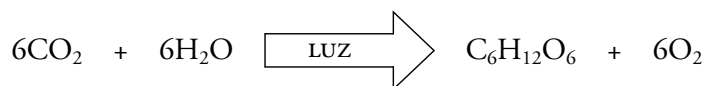
La fase secundaria o independiente de la luz de la fotosíntesis es una etapa en la que no se necesita la luz, aunque también se realiza en su presencia. Se realiza en el estroma de los cloroplastos y depende directamente de los productos obtenidos en la fase lumínica.

En esta fase, el hidrógeno formado en la fase anterior se suma al dióxido de carbono gaseoso (CO_2) presente en el aire, lo que da como resultado la producción de compuestos orgánicos, principalmente carbohidratos; es decir, compuestos cuyas moléculas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

Dicho proceso se desencadena gracias a la energía almacenada en moléculas de ATP que da como resultado el carbohidrato llamado glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), un tipo de compuesto similar al azúcar, y moléculas de agua como desecho.

Después de la formación de glucosa, ocurren otras reacciones químicas que dan lugar a la formación de almidón y varios carbohidratos más.

La ecuación sintética de la fotosíntesis es la siguiente:



es decir, se rompen seis moléculas de dióxido de carbono y seis de agua para formar glucosa y seis moléculas de oxígeno.

A partir de estos productos, la planta elabora lípidos y proteínas necesarios para la formación del tejido vegetal, lo que permite su crecimiento.

Cada uno de estos procesos no requiere de la participación directa de luz ni de clorofila, y por tanto, se realiza durante el día y la noche. Por ejemplo, el almidón producido se mezcla con el agua presente en las hojas y es absorbido por unos minúsculos tubos que existen en el tallo de la planta y, a través de éstos, es transportado hasta la raíz donde se almacena. Este almidón es utilizado para fabricar celulosa, el principal constituyente de la madera.

El resultado final, y el más trascendental, es que la planta guarda en forma de energía química en moléculas orgánicas (ATP) la energía que proviene del Sol. Esta condición es la razón de la existencia del mundo vegetal porque constituye la base energética de los demás seres vivos.

Por una parte, las plantas son para los animales fuente de alimentación, y por otra, mantienen constante la cantidad necesaria de oxígeno en la atmósfera lo que permite que los seres vivos puedan obtener así la energía necesaria para sus actividades.

Producto 2

Investiga

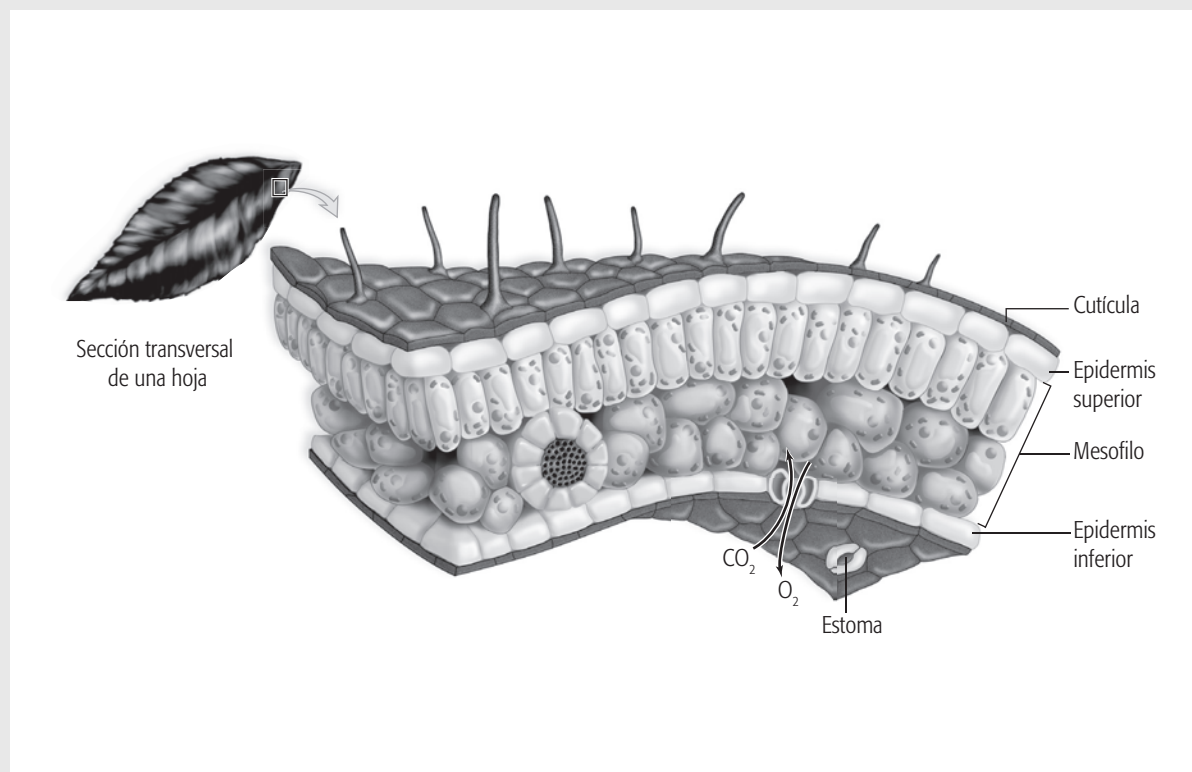
Realiza un diagrama de flujo en donde relaciones las dos fases de la fotosíntesis. En color verde deberás poner la fase luminosa, y en color rojo, la fase independiente de la luz. Mediante flechas deberás mostrar la relación que existe entre ambas fases.

Lectura

Anatomía de las hojas de las plantas

Las hojas de las plantas están constituidas por algunas capas celulares. La superficie de ambos lados son células transparentes, la epidermis. La hoja está protegida por una cubierta serosa a prueba de agua, llamada *cutícula*, que le sirve para disminuir la evaporación. La epidermis interior presenta poros llamados *estomas* y por ahí obtiene CO_2 (dióxido de carbono) del aire, el cual va a utilizar en la fotosíntesis. En medio de la hoja hay un conjunto de células que reciben el nombre de *tejido mesófilo*, en donde se encuentra la mayor parte de los cloroplastos que son los que llevan a cabo el proceso de la fotosíntesis.

La hoja también tiene haces vasculares por donde conduce agua y minerales a las células del tejido mesófilo y lleva además los azúcares que producen a otras partes de la planta.



Producto 3

Investiga

A pesar de que existe una estructura general de la hoja, hay diferentes adaptaciones que pueden presentar las plantas dependiendo del ambiente en el que se encuentran. Elabora un reporte de investigación en el que selecciones una planta de un ambiente desértico, una de un bosque templado y una del bosque tropical. Investiga su estructura anatómica y su fisiología para evitar la evaporación. Presenta el informe a tu maestro.

Ubicación y estructura del cloroplasto

Los cloroplastos son organelos exclusivos de las células vegetales (figura 2.3). En ellos tiene lugar la fotosíntesis, proceso en el que se transforma la *energía lumínica* en energía química, almacenada en moléculas de ATP y moléculas reductoras (NADPH), que se utilizarán posteriormente para sintetizar moléculas orgánicas. Tienen una organización muy similar a la de la mitocondria, aunque son de mayor tamaño y tienen un compartimento más, porque presentan un tercer tipo de membrana.

Un cloroplasto tiene tres membranas y tres compartimentos:

- **Membrana externa** es muy permeable, gracias a la presencia de *porinas*.
- **Membrana interna** es menos permeable, no presenta pliegues (la de la mitocondria sí los presenta). Entre ambas membranas queda un primer compartimento que es el *espacio intermembrana*. La membrana interna delimita un espacio que es el *estroma*, donde se encuentran ribosomas, copias de ADN, distintos tipos de ARN, gránulos de almidón y gotas de lípidos.
- **Membrana tilacoidal**, es el tercer tipo de membrana, aparece formando unos sacos membranosos en forma de discos aplanados denominados *tilacoides*, y forman unas agrupaciones llamadas *grana*. Los tilacoides están interconectados y delimitan una tercera cavidad, que es el *espacio tilacoidal*.

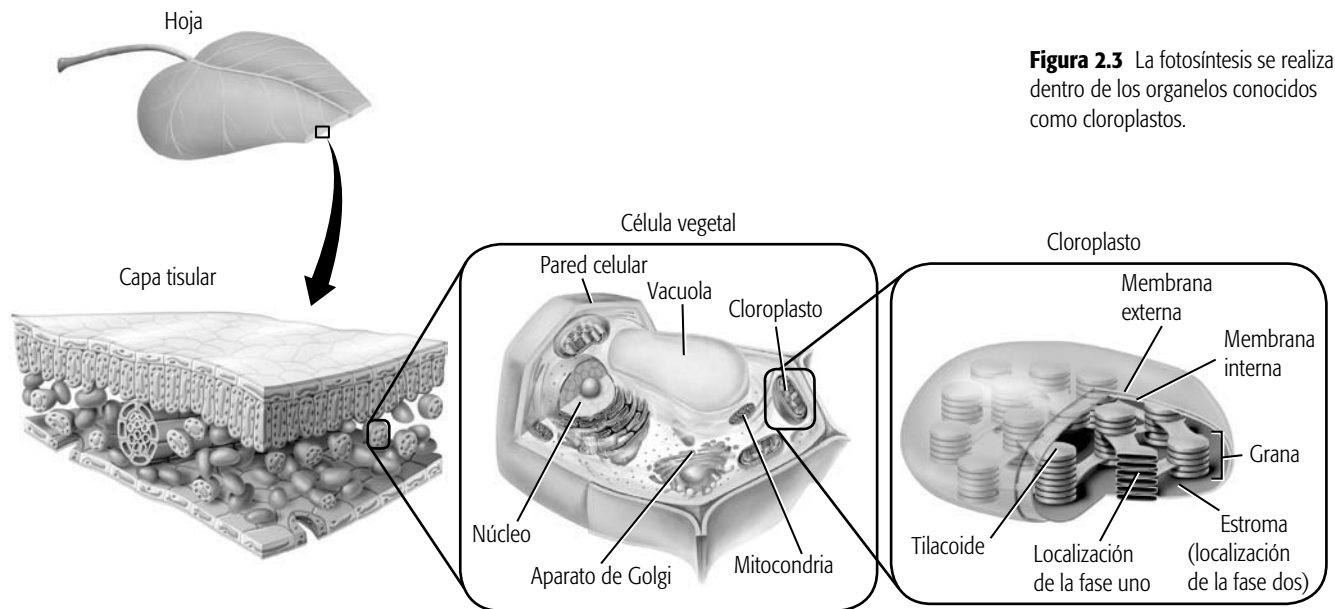


Figura 2.3 La fotosíntesis se realiza dentro de los organelos conocidos como cloroplastos.

Producto 4

Investiga

Realiza, con el material que tengas disponible en este momento, o el que indique tu profesor, un modelo de cloroplasto. Deberás incluir todas las partes que lo componen e indicar en dónde se encuentra la clorofila. Muestra tu modelo a tus compañeros.

Membranas del tilacoide

Esta membrana es la responsable de la captación de la energía solar, gracias a la presencia de clorofilas y de otros pigmentos asociados con proteínas en unas estructuras funcionales que son los fotosistemas (figura 2.4).

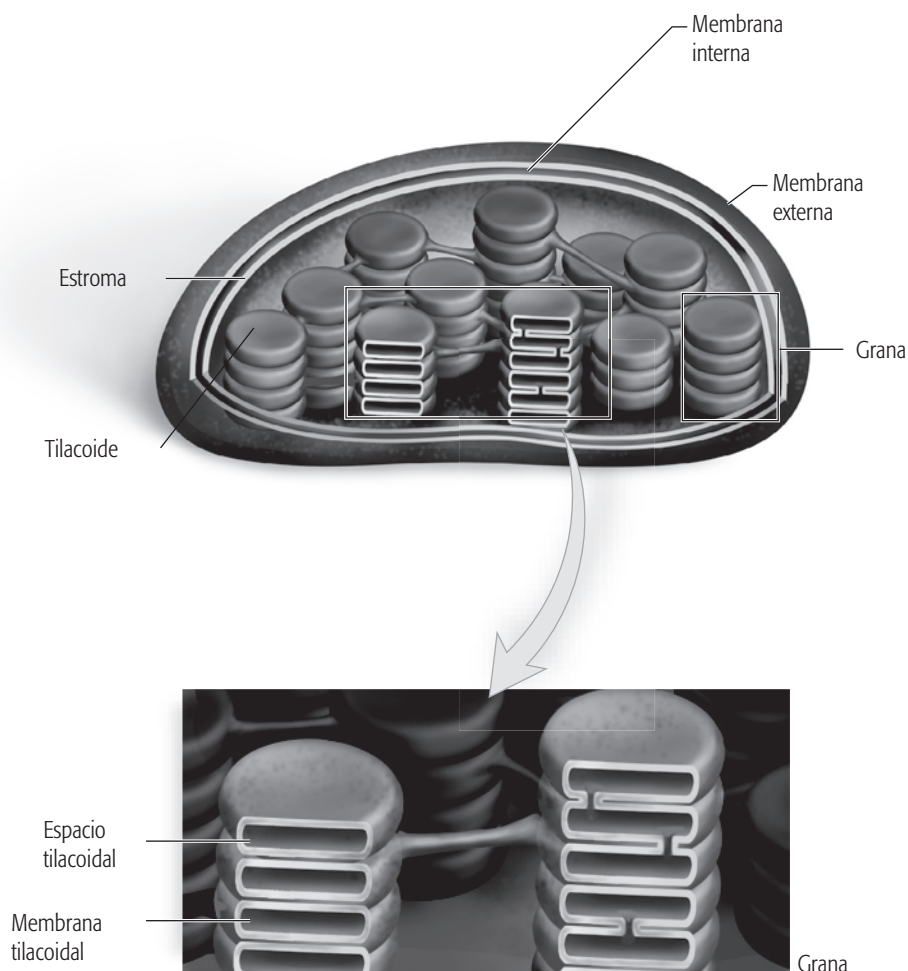


Figura 2.4 Cloroplasto y detalle de las membranas del tilacoide.

Fotosistemas en la membrana del tilacoide

Los fotosistemas son las unidades de la membrana tilacoidal y están constituidos por centros de reacción en los cuales se liberan electrones mediante determinadas moléculas de clorofila. Hay dos tipos de fotosistemas:

- **Fotosistema I** Está formado por un centro reactivo constituido por varios centenares de moléculas de clorofila y carotenos. La clorofila de este sistema es la P700, es decir, absorbe principalmente la luz con longitudes de onda de 700 nm.
- **Fotosistema II** Está formado por un centro reactivo formado por moléculas de clorofila P680 que actúan como una verdadera trampa energética, puesto que los electrones que liberan son catapultados hacia la cadena de transporte electrónico de la membrana tilacoidal (figura 2.5).

Sabías que...

La luz solar es absorbida por las plantas; los cloroplastos la toman y la clorofila, molécula principal que se encuentra en los cloroplastos, capta esta energía en las membranas de los tilacoides absorbiendo la luz violeta, azul y roja, pero reflejando la verde, por esta razón las hojas se ven verdes.

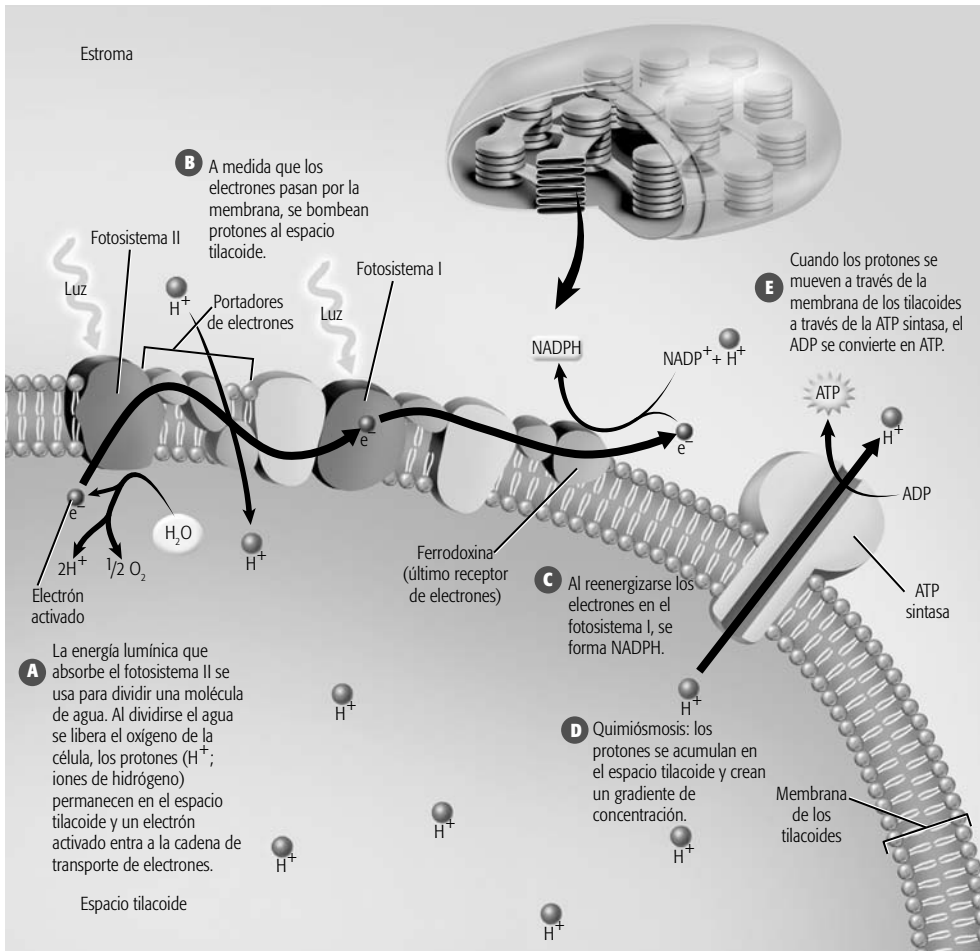


Figura 2.5 Visualización del transporte de electrones en las membranas de los tilacoides del cloroplasto.

Producto 5

Investiga

1. Explica qué es un fotosistema y describe sus componentes.

2. Explica brevemente qué es una cadena transportadora de electrones y cómo funciona para generar energía.

Producto 4

3. ¿Qué muestra la fotografía y qué relación tiene con la fotosíntesis? Descríbela en menos de diez renglones.



4. ¿Cuál de los siguientes enunciados NO es verdadero para el fotosistema II?

- a) Está localizado en las membranas tilacoides.
- b) Está implicado en la oxidación del agua.
- c) Tiene una clorofila oxidable especial, la P680.
- d) Tiene asociado un complejo antena para la actividad captadora de luz.
- e) Es requerido por la fotofosforilación cíclica.

Importancia biológica de la fotosíntesis

La fotosíntesis es el proceso bioquímico más importante por lo siguiente:

1. La síntesis de la materia orgánica a partir de la inorgánica se realiza fundamentalmente mediante la fotosíntesis.
2. Transforma la energía luminosa en energía química, necesaria para todos los seres vivos.
3. La fotosíntesis libera oxígeno (O_2), el cual será utilizado por los demás seres vivos en la respiración aeróbica.

4. La fotosíntesis fue causante del cambio producido en la atmósfera primitiva, que era anaerobia y reductora.
5. La fotosíntesis permitió la formación de los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, que constituyen hoy la principal fuente de energía.
6. Sin la fotosíntesis, el equilibrio entre los organismos autótrofos (que producen su propio alimento) y los heterótrofos (que se alimentan de otros organismos) no sería posible.

En conclusión, la fotosíntesis es el sustento de la diversidad de vida existente en nuestro planeta, pues de las plantas dependen prácticamente todos los seres vivos.

2.2 Respiración celular (mitocondrias)

El proceso de respiración celular se define como el proceso bioquímico en el que la energía química de las moléculas orgánicas es transferida a los enlaces de ATP.

Las células necesitan energía continuamente para mantenerse vivas y realizar todas sus funciones. Esta energía proviene del alimento. Mediante la combustión respiratoria se libera energía para ser utilizada por las células.

Además, las células utilizan las moléculas de los alimentos como combustible respiratorio; los carbohidratos y los lípidos son los que se utilizan principalmente para este fin. Las proteínas pueden ser usadas por las células, sin embargo, sólo si se presentan en condiciones de deficiencia alimentaria.

Una vez liberada la energía del combustible respiratorio son las enzimas respiratorias las que la captan para formar enlaces con las moléculas de ATP (adenosín trifosfato), que constituyen el almacén de energía de la célula.

El proceso de respiración celular involucra dos tipos de reacciones liberadoras de energía:

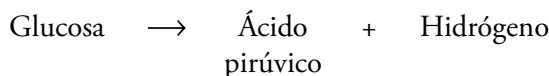
1. Cambios en los enlaces químicos.
2. Transferencia de electrones.

Aproximadamente, 40% de la energía liberada se convierte en energía química en ATP, mientras que 60% se transforma en calor.

La respiración ocurre en distintas estructuras celulares. La primera ocurre en el citoplasma de las células y es la **glucólisis**. La segunda se realiza en las mitocondrias y dependerá de la presencia o ausencia de O_2 en el medio, determinando en el primer caso la **respiración aeróbica** que requiere oxígeno molecular, y en el segundo caso la **respiración anaeróbica** o **fermentación** que ocurre en el citoplasma y no requiere oxígeno.

Citoplasma y glucólisis

La glucólisis se produce en la mayoría de las células, tanto en **procariontes** como en las **eucariontes**, y es el rompimiento de azúcar que tiene lugar en el citoplasma celular. Consiste en una serie de diez reacciones, cada una catalizada por una enzima determinada, que permite transformar una molécula de glucosa en dos moléculas de un compuesto de tres carbonos, el *ácido pirúvico*, en estas moléculas es donde se encuentra, en estos momentos, la mayor parte de la energía contenida en la glucosa.

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 4\text{H} + \text{Energía (2 ATP)}$$


Los átomos de hidrógeno que fueron removidos a partir de la glucosa (ver fórmula anterior) son una reacción de oxidación. En ésta debe haber una reducción, por lo que los hidrógenos pasan a un transportador de electrones llamado NAD (dinucleótido de adenina y nicotinamida). Cada molécula de NAD se reduce recuperando un electrón que neutraliza la carga positiva y, además, un átomo de hidrógeno. Esta reacción de reducción forma una molécula de NADH (figura 2.6).

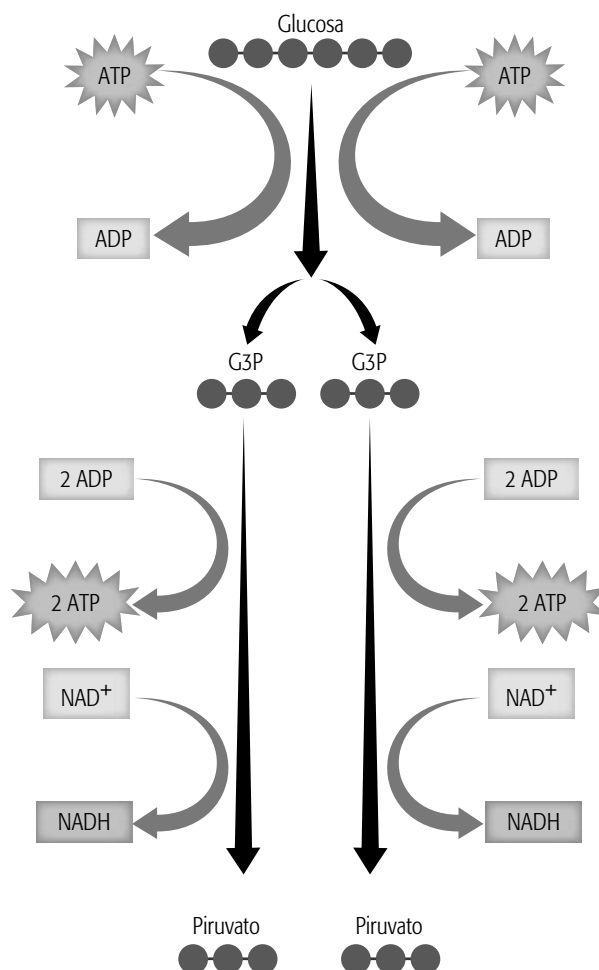


Figura 2.6 Reactivos y productos de la glucólisis.

Producto 6**Investiga**

Elabora un mapa conceptual a partir de los siguientes conceptos. Deberás incluir todas aquellas palabras necesarias para unir los conceptos principales:

- | | | | |
|--------------|------------------|---------------|------------------|
| • glucólisis | • ácido pirúvico | • procarionte | • hidrógeno |
| • eucarionte | • glucosa | • energía | • NAD^+ |

Ubicación, estructura y funciones de la mitocondria

Las mitocondrias son consideradas las centrales energéticas de la célula, en ellas se produce la mayor parte de la energía celular (figura 6.7).

En el interior de las células, las mitocondrias pueden observarse con forma ovoide, sin embargo, hay también mitocondrias en forma de filamentos y de esferas. Su tamaño fluctúa entre 0.2 y 5 micras. Su número varía de acuerdo con la función de la célula, pueden ser escasas o llegar hasta un millar. Al observarlas al microscopio compuesto, es posible identificar algunas de mayor tamaño, no así sus estructuras internas, que sólo se pueden observar con microscopio electrónico.

La mitocondria presenta una *doble membrana*. La externa es lisa, la interna también lo es, pero sus paredes están plegadas, por lo que su apariencia es rugosa, lo que permite aumentar o disminuir su tamaño según las circunstancias. Las membranas de la mitocondria tienen en su parte media una capa doble de fosfolípidos con una capa de moléculas de proteína de cada lado.

A los pliegues internos se les llama *crestas*. Éstas contienen las enzimas del sistema de transporte de electrones, indispensables para la transformación de la energía potencial de los alimentos en energía biológicamente útil para las actividades celulares. Entre las crestas, se forman compartimientos interiores, los cuales contienen un material coloidal y enzimas que intervienen en el *ciclo de Krebs*.

El ADN presente en la mitocondria contiene el código genético para la síntesis del resto de las proteínas mitocondriales.

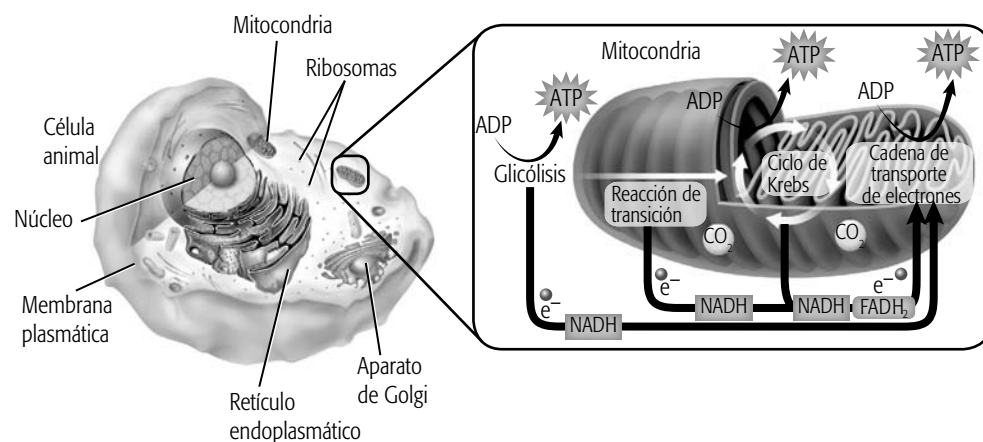


Figura 2.7 La mitocondria es encargada de la respiración celular, además es la central energética de la célula.

Respiración aeróbica

La célula necesita combustible y éste lo toma de los alimentos (carbohidratos, lípidos y proteínas). De los carbohidratos, el combustible más utilizado es la glucosa, por lo que revisaremos cómo se utiliza la glucosa.

En la respiración aeróbica se distinguen cinco momentos:

1. **Glucólisis** La respiración celular siempre comienza con la glucólisis. Una molécula de glucosa se divide en dos moléculas de ácido pirúvico.
2. **Del ácido pirúvico al acetil coenzima A** Las moléculas de ácido pirúvico son transportadas al interior de las mitocondrias y se dividen en CO_2 y un grupo acetilo de dos carbonos. Otra molécula de coenzima A se une al grupo acetilo para formar una molécula de acetil coenzima A.

3. **Ciclo del ácido cítrico o de Krebs** La porción de acetil del acetil coenzima A se une con el ácido oxaloacético para formar ácido cítrico. El ciclo de Krebs libera los carbonos, como CO_2 , que producen un ATP y cede electrones energéticos a varias moléculas transportadoras de electrones.
4. **Cadena transportadora de electrones** Los electrones se transportan a lo largo de una cadena de moléculas en donde los átomos mantienen los electrones más cerca del núcleo. La energía se libera cada vez que un electrón se mueve a la siguiente molécula. La energía de los electrones transporta H^+ . Los electrones se combinan con O_2 y H^+ para formar H_2O .
5. **El gradiente de protones** La energía liberada por la corriente de protones es utilizada para sintetizar ATP. Al final se obtiene dióxido de carbono, agua y 38 moléculas de ATP.



Del ácido pirúvico al acetil coenzima A

A partir del ácido pirúvico, dejando una molécula de dos carbonos llamada grupo acetilo, otra molécula, la coenzima A, se une al grupo acetilo para formar una molécula de acetil coenzima A, removiendo un átomo de hidrógeno en el proceso.

El resultado final de esta fase es:

- Una molécula de acetil coenzima A.
- Una molécula de dióxido de carbono.
- Dos átomos de hidrógeno (uno a partir de la oxidación del grupo carboxilo y el otro de la oxidación de la coenzima A).

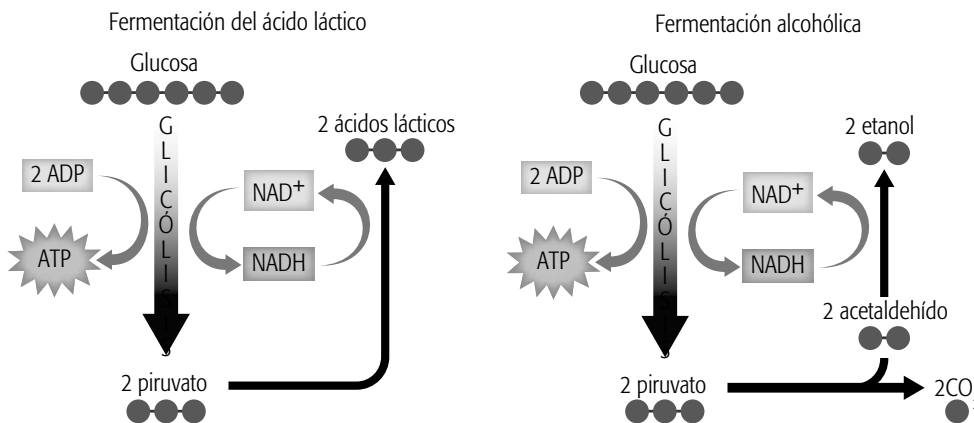
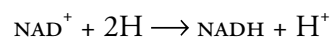


Figura 2.8 Esquema de la fermentación del ácido láctico y la fermentación alcohólica.

El bióxido de carbono es un producto de desecho que sale de la célula.

Los dos átomos de hidrógeno se combinan con NAD^+ para formar NADH más un protón hidrógeno:



Ciclo de Krebs

Conocido también como ciclo del ácido cítrico. Este proceso ocurre dentro de las mitocondrias. El ciclo comienza cuando la porción acetilo ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$) de la acetil coenzima A se une con el *ácido oxaloacético* ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5$) para formar ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). El ácido cítrico se rompe en dos moléculas de dióxido de carbono (que

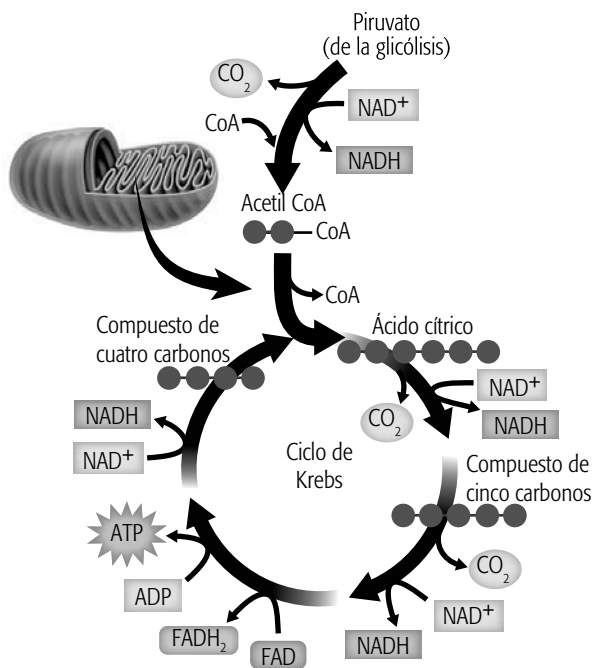


Figura 2.9 Esquema del ciclo de Krebs.

salen de la célula), una molécula de ácido oxaloacético (que iniciará un nuevo ciclo) y ocho átomos de hidrógeno. La energía liberada durante este proceso se utiliza para formar una molécula de ATP.

Seis de los átomos de hidrógeno se unen con tres moléculas de NAD^+ para formar tres NADH más tres protones.

Dos de los átomos de hidrógeno se unen con una molécula de FAD (dinucleótido de adenina y flavina), para formar FADH_2 .

El NADH y el FADH_2 se mueven sobre la cadena transportadora de electrones.

Cadena transportadora de electrones

Se trata de una serie de reacciones de óxido-reducción. Los electrones se transportan a lo largo de una cadena de moléculas en donde los átomos mantienen los electrones más cerca del núcleo que en la molécula anterior. La energía se libera cada vez que un electrón se mueve a la siguiente molécula. Esta reacción ocurre en la superficie interior de la membrana interna de la mitocondria.

Gradiente de protones y quimiósmosis (producción de ATP)

La energía liberada de la cadena transportadora de electrones se utiliza para bombear protones (H^+) a través de la membrana interna de la mitocondria, concentrándose más en el espacio intermembranal que en el fluido de las mitocondrias.

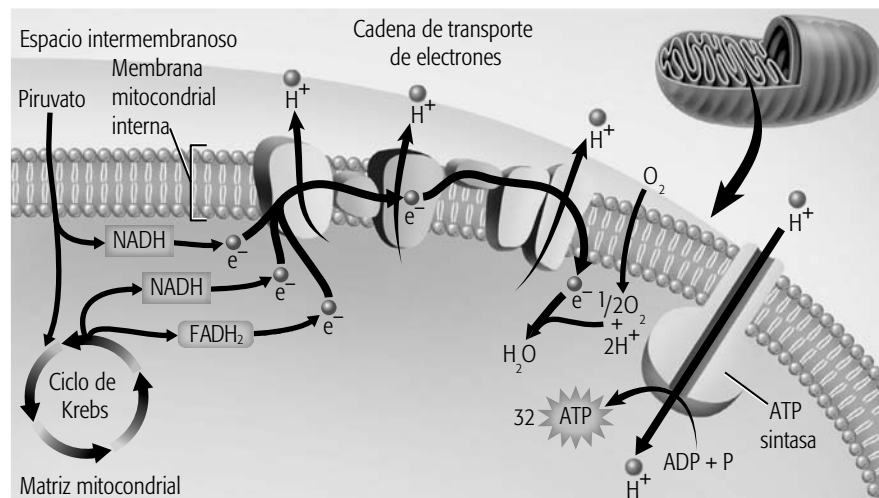


Figura 2.10 Esquema del transporte de electrones.

La energía liberada por la corriente de protones se usa para construir ATP a partir del ADP y fosfato. A este fenómeno se le conoce como *fosforilación quimiósmótica*. En esta etapa final se libera la mayor parte de energía de la respiración aeróbica. Por cada molécula de glucosa se forman 34 moléculas de ATP a partir de la energía liberada del gradiente de protones, mientras que de las etapas anteriores sólo se forman cuatro moléculas.

En la figura 2.11 resumen los pasos bioquímicos del proceso de la respiración en toda célula:

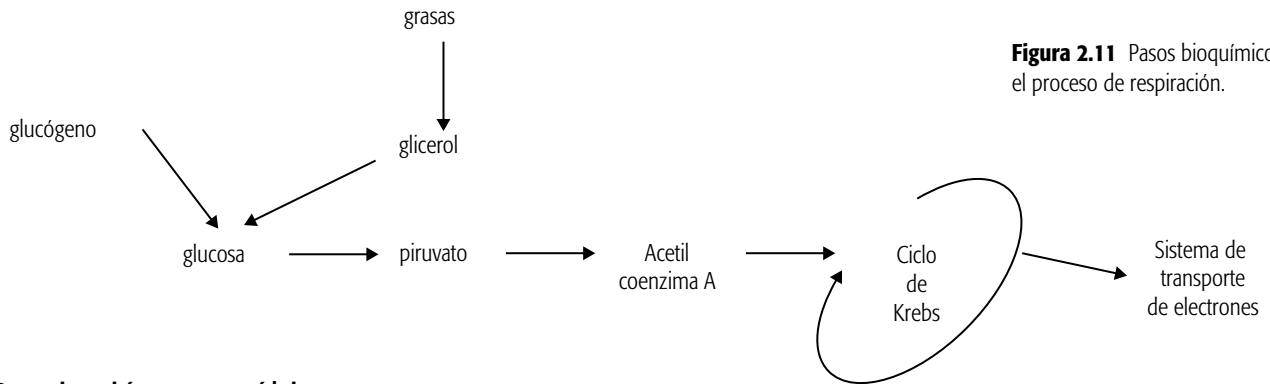


Figura 2.11 Pasos bioquímicos en el proceso de respiración.

Respiración anaeróbica

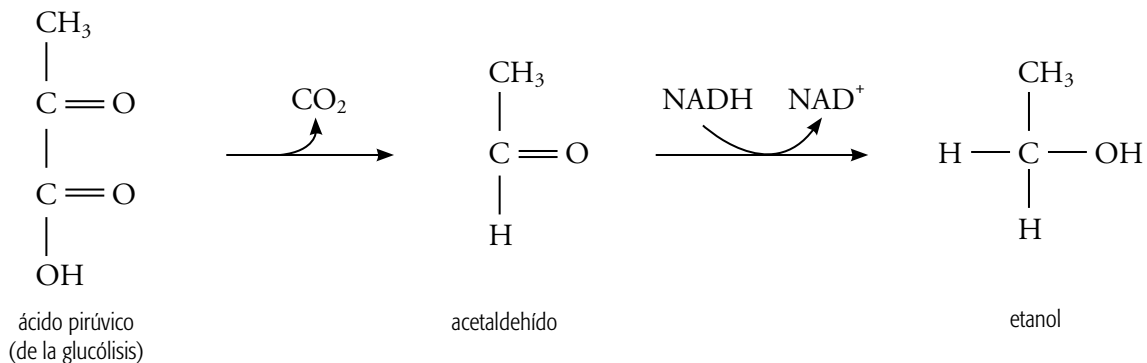
También se le conoce como fermentación. Empieza igual que la respiración aeróbica, es decir, a partir de la glucólisis, pero con ausencia de oxígeno. Ésta ocurre dentro del citosol.

Fermentación

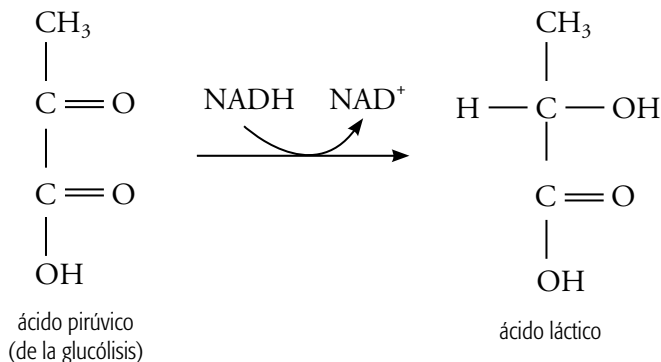
La fermentación es una reacción de glucólisis seguida por la conversión de ácido pirúvico y NADH en productos fragmentados más NAD^+ .

La fermentación ocurre por una de dos vías. En una vía, la glucosa se convierte en *bióxido de carbono* y *alcohol etílico*. En otra (llamada con más frecuencia respiración anaeróbica), la glucosa se convierte en ácido láctico.

Fermentación alcohólica Formación de alcohol a partir del azúcar.



Fermentación láctica En esta reacción el NADH se oxida y el ácido pirúvico se reduce transformándose en ácido láctico.



La vía bioquímica que se tome depende del tipo de organismo, por ejemplo:

- En las levaduras y algunas bacterias, la glucosa se transforma en dióxido de carbono y alcohol etílico.
- En bacterias como los lactobacilos y en células musculares, la glucosa se transforma en ácido láctico.

Ambas vías producen la misma cantidad de energía, es decir, dos moléculas de ATP, por lo que podemos concluir que la respiración aerobia nos proporciona más energía (38 ATP) que la respiración anaerobia (2 ATP).

Figura 2.12 Fermentación *a)* La fermentación alcohólica permite la obtención de vino y cerveza, además de que el pan adquiera su consistencia esponjada. *b)* La fermentación láctica, por ejemplo en bacterias del género *Propionibacterium* sp., confiere el sabor y olor de los quesos suizos y franceses.



Producto 7

Investiga

Elabora un diagrama de flujo o un esquema en donde relaciones los dos tipos de respiración, aeróbica y anaeróbica. Deberán quedar claros los puntos donde se relacionan ambas.

Producto 8

1. Utiliza la siguiente tabla para comparar el proceso de fotosíntesis con el de la respiración celular. Deberás colocar tanto las similitudes como las diferencias en ambos procesos.

Fotosíntesis	Respiración

Producto 8

Fotosíntesis	Respiración

2. En la tabla que realizaste al inicio de cada tema, completa la tercera columna, *Lo que aprendí*. Compara tus respuestas con las de tus compañeros, de tal manera que puedas completar lo que te faltó.

3. **Falso verdadero** Marca una de las casillas para verdadero o falso. Cada respuesta acertada vale 1 punto, las respuestas erróneas y las que dejes en blanco valen 0.

V F

☐ ☐

a) La fotosíntesis es el proceso inverso a la respiración celular.

☐ ☐

b) El NADH se produce durante las reacciones anabólicas.

☐ ☐

c) Una ruta metabólica es aquella en la que hay la producción de ATP.

☐ ☐

d) Las enzimas aceleran reacciones metabólicas porque, aun cuando haya mucho producto, siguen catalizando la reacción.

Producto 8

4. Selecciona la respuesta correcta:

a) *La respiración celular se realiza en:*

- ☐ los lisosomas
- ☐ los ribosomas
- ☐ las mitocondrias
- ☐ los cloroplastos

b) *En la respiración celular:*

- ☐ se produce agua
- ☐ se elimina dióxido de carbono
- ☐ se consume oxígeno
- ☐ las tres opciones son correctas

c) *La respiración es aeróbica cuando existe la presencia de:*

- ☐ dióxido de carbono
- ☐ oxígeno
- ☐ ATP
- ☐ glucosa

d) *Las mitocondrias son organelos que poseen tilacoides en su interior.*

- ☐ verdadero
- ☐ falso

5. **Aplicación de conocimientos** Investiga y analiza los siguientes eventos, relacionando lo aprendido en este módulo.

a) *¿Qué sucede cuando una persona es envenenada con arsénico?*

b) *¿Cómo afecta el tabaquismo?*

c) *¿Cómo afecta el fluoroacetato de sodio? ¿Quién la produce?*

6. **Aplicación de conocimientos** La intensidad de la fotosíntesis se puede medir a partir de la cantidad de CO_2 consumido por una planta en $\text{mg de CO}_2/\text{dm}^2$ de hojas/hora. En una experiencia se somete una planta de maíz a intensidades crecientes de luz y se mide la cantidad de CO_2 consumido. Los resultados se presentan en la siguiente figura:

Producto 8

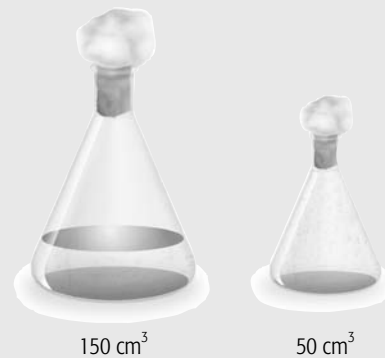
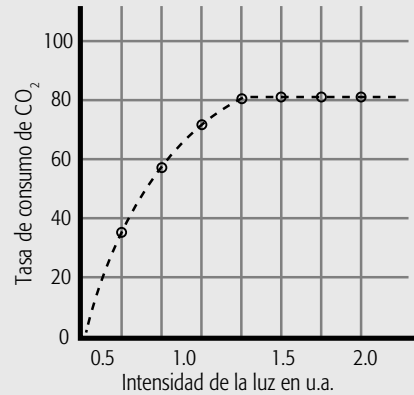
- Explica las razones por las cuales puede tomarse el consumo de CO_2 como medida de la intensidad de la fotosíntesis.
- ¿Por qué la cantidad de CO_2 absorbido por la planta aumenta con la intensidad de la luz?
- ¿Por qué a partir de la intensidad de 1.5 u.a. la tasa de incorporación se mantiene constante?

7. Aplicación de conocimientos En dos matraces Erlenmeyer, uno de 150 mL y otro de 50 mL se coloca la misma cantidad (50 mL) de un cultivo de levaduras en una solución de glucosa. Luego de cierto tiempo se observa que sólo en uno de ellos las levaduras se multiplican de una manera muy activa y que el proceso está acompañado de una intensa producción de gas. En el otro se produce el mismo gas pero su cantidad es mucho menor y la reproducción de las células es mucho más lenta.

- Indica en cuál de los recipientes de la figura ha tenido lugar una mayor producción de gas por unidad de masa de glucosa. Justifica tu respuesta.

- Escribe las ecuaciones globales de los procesos que han tenido lugar en cada recipiente de la figura.

- ¿Podrías indicar la cantidad de gas que se ha producido durante el primer minuto en el recipiente más pequeño de la figura si en el mayor se han producido 0.672 L en el mismo tiempo? Para facilitar la respuesta se puede considerar que durante este tiempo el número de células de cada recipiente no ha variado y que los demás factores y, en particular, la velocidad de la degradación de la glucosa, son los mismos en ambos recipientes. Razona tu respuesta.



Portafolio de evidencias

Revisa la sección "Integración de un portafolio de evidencias" al final de tu libro e integra todas las notas, apuntes, recortes y fotografías de los productos de este módulo para evaluación de tu profesor.

Módulo 3

Ciclo celular

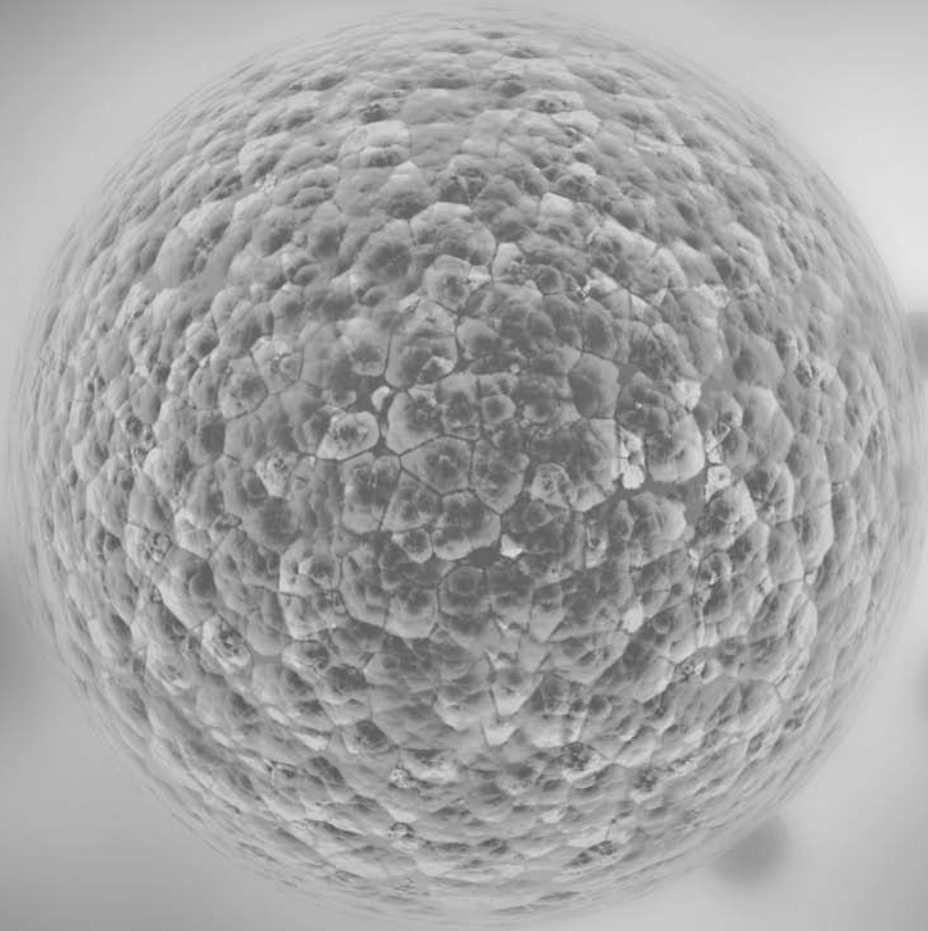
Las células de los diferentes organismos a lo largo de su vida pasan por distintos periodos, cada uno de ellos característico y claramente diferenciado.

Así, cada tipo celular cumple con sus funciones específicas durante la mayor parte de su vida, creciendo gracias a la asimilación de sustancias provenientes de su ambiente y con las cuales sintetiza nuevas moléculas por medio de complejos procesos regulados por su material genético.

De acuerdo con lo anterior, podríamos afirmar que el ciclo celular es un conjunto ordenado de eventos en la vida de la célula que culmina con el crecimiento de la misma y su división en dos. La célula que se divide se llama "célula madre", mientras que las células recién formadas son las "células hijas" y poseen una estructura y función similares a la célula progenitora.

Contenido

- 3.1 Etapas de la vida de una célula (G_1 , S, G_2 , M)
- 3.2 Ciclo de reproducción celular
- 3.3 Crecimiento, diferenciación y muerte celular

**Competencias a desarrollar**

Explicar el ciclo celular y todas sus etapas, por medio de la investigación y experimentación para comprender el funcionamiento, reproducción y muerte de cada una de nuestras células.

Objetivo del módulo

Al finalizar el módulo, el alumno explicará el ciclo celular y sus etapas, la reproducción, el crecimiento, la diferenciación y la muerte celular en los seres vivos.

¿Cuánto sabes?

1. ¿Qué entiendes por ciclo celular?
2. Elabora en tu cuaderno una tabla S-Q-A (como se presenta a continuación)
En S, lo que sabes acerca de: a) ¿cuáles son las etapas del ciclo celular? b) ¿qué importancia tiene el ciclo celular para la vida?
3. Con ayuda de tu profesor, comparte con el grupo tus opiniones.
4. En la columna Q escribe dos preguntas acerca de qué te gustaría saber sobre el ciclo celular.
5. Una vez que hayas revisado el tema con tu profesor, escribe en la columna A lo que aprendiste en relación con las preguntas que se te hicieron en la columna S.

S (Lo que sé)	Q (Qué quiero saber)	A (Lo que aprendí)

3.1 Etapas de la vida de una célula (G_1 , S, G_2 , M)

Como vimos en la introducción, el ciclo celular es una sucesión controlada de eventos en los que una célula pequeña crece convirtiéndose en una célula más grande, dividiéndose luego para formar dos células más pequeñas (figura 3.1).

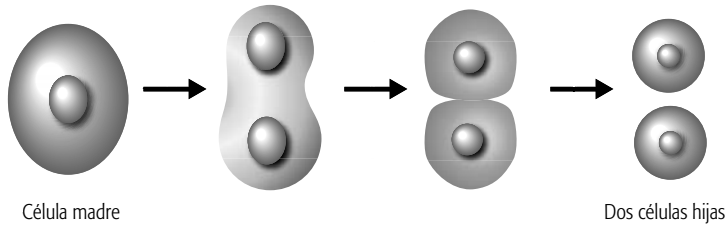


Figura 3.1 División celular Una célula madre da origen a dos células hijas.

Durante el ciclo celular la célula madre duplica sus cromosomas de tal manera que las células hijas reciben una copia de cada cromosoma junto con la mitad del citoplasma.

En una célula humana de división rápida, el ciclo entero dura cerca de veinticuatro horas.

El ciclo celular tiene tres etapas principales, la *interfase*, la *mitosis* y la *citocinesis* que estudiaremos a continuación (figura 3.2).

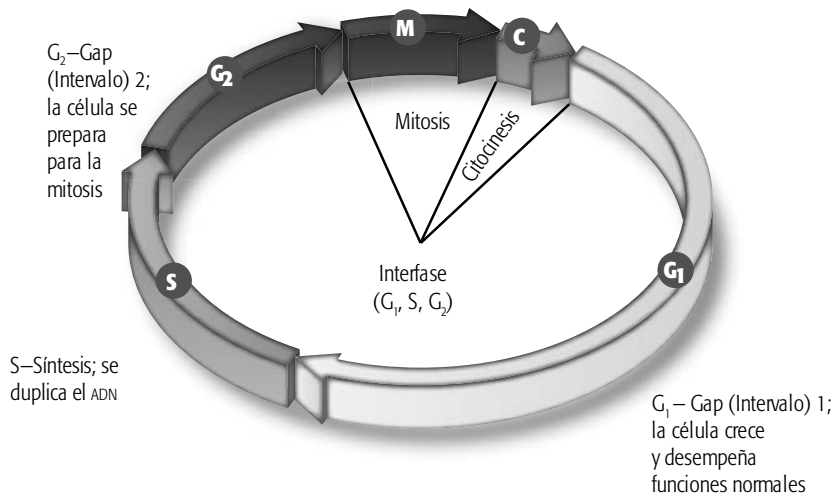


Figura 3.2 Ciclo celular El ciclo celular implica tres etapas: interfase, mitosis y citocinesis. La interfase se divide en tres subetapas.

Interfase

En esta etapa del ciclo celular los cromosomas son demasiado largos y delgados, por lo que no se aprecian como unidades individuales, sino como cromatina.

Esta fase inicia cuando recién se ha dividido la célula. La nueva célula es pequeña y ha recibido la mitad del citoplasma de la célula madre, por lo que se hará necesario completarlo.

La interfase se subdivide en tres periodos más cortos: G_1 , S y G_2 .

Periodo G_1

Este periodo corresponde a la interfase temprana. En este tiempo, la célula desarrolla una actividad bioquímica para sintetizar materiales (excepto ADN) y crece a un tamaño normal.

Sabías que...

Cuando una célula aumenta hasta llegar a un determinado tamaño, su eficiencia metabólica se torna crítica, entonces se divide. En los organismos pluricelulares, se produce un crecimiento a partir de una célula (huevo o cigoto) como así también se aumenta la masa tisular y se reparan los tejidos lesionados o desgastados, por aumento del número de células.

Los materiales que sintetiza son las enzimas que controlan las vías bioquímicas, construyen ribosomas, membranas, mitocondrias y otros organelos. Una célula consume la mayor parte de su periodo de vida en esta etapa.

Periodo S

Este tiempo corresponde a la síntesis del ADN. La molécula de ADN de cada cromosoma se duplica, hace una copia exacta de sí misma y entonces es rodeada de una trama de proteínas.

Las dos moléculas de ADN y sus proteínas permanecen unidas por un *centrómero*. La célula está lista para entrar a la mitosis.

Periodo G₂

En este lapso, proteínas especiales revisan y reparan el ADN. Se corrigen posibles errores en la recién formada molécula de ADN.

Las dos copias de cada cromosoma, llamadas *cromátidas hermanas*, permanecen unidas por el centrómero, que es un pequeño segmento de cromosoma que aún no se ha duplicado.

Mitosis

La segunda etapa del ciclo celular es la **mitosis**, en la cual una célula se divide para formar dos células nuevas. La célula que se divide se llama *célula madre*; mientras que las células nuevas se denominan *células hijas*.

La mitosis se caracteriza por los movimientos de los cromosomas desde una parte de la célula a otra.

La mitosis se subdivide en cuatro fases:

1. Profase
2. Metafase
3. Anafase
4. Telofase

Las cuatro fases forman un proceso continuo y toma menos de una hora para completarse. Estudiemos la primera de estas fases.

Profase (*Pro* = primero, antes)

- a) La cromatina en el núcleo se hace más evidente, se acorta y condensa dando origen a los cromosomas.
- b) Los *centriolos* se dividen y aparece el áster (proteínas que rodean a los centriolos).
- c) Los centriolos se desplazan hacia los polos del núcleo.
- d) El nucléolo se desintegra, al igual que la membrana nuclear.
- e) Se forma el *huso acromático* (proteínas que guiarán a los cromosomas durante su migración hacia los polos de la célula).

Las células vegetales no poseen centriolos, por lo que el huso se forma sin ellos.

Metafase (*Meta* = más allá de o después de)

- a) Los cromosomas se alinean en la parte media del huso acromático.
- b) Cada centrómero es conectado por las fibras del huso a ambos polos.

Anafase (Ana = arriba, ascendente)

- El centrómero se divide y los pares de cromátidas se separan en cromosomas individuales.
- Los cromosomas se dirigen hacia los polos. Las fibras del huso se acortan.

Telofase (Telo = fin)

- Un juego de cromosomas se reúne cerca de cada polo.
- Una envoltura nuclear se forma alrededor de cada grupo.
- El huso desaparece.
- El nucléolo se reintegra también.

Citocinesis

La mitosis está acompañada de la citocinesis, última etapa del ciclo celular, en la cual el citoplasma de la célula se divide. La citocinesis comienza durante la anafase y continúa durante la telofase de la mitosis.

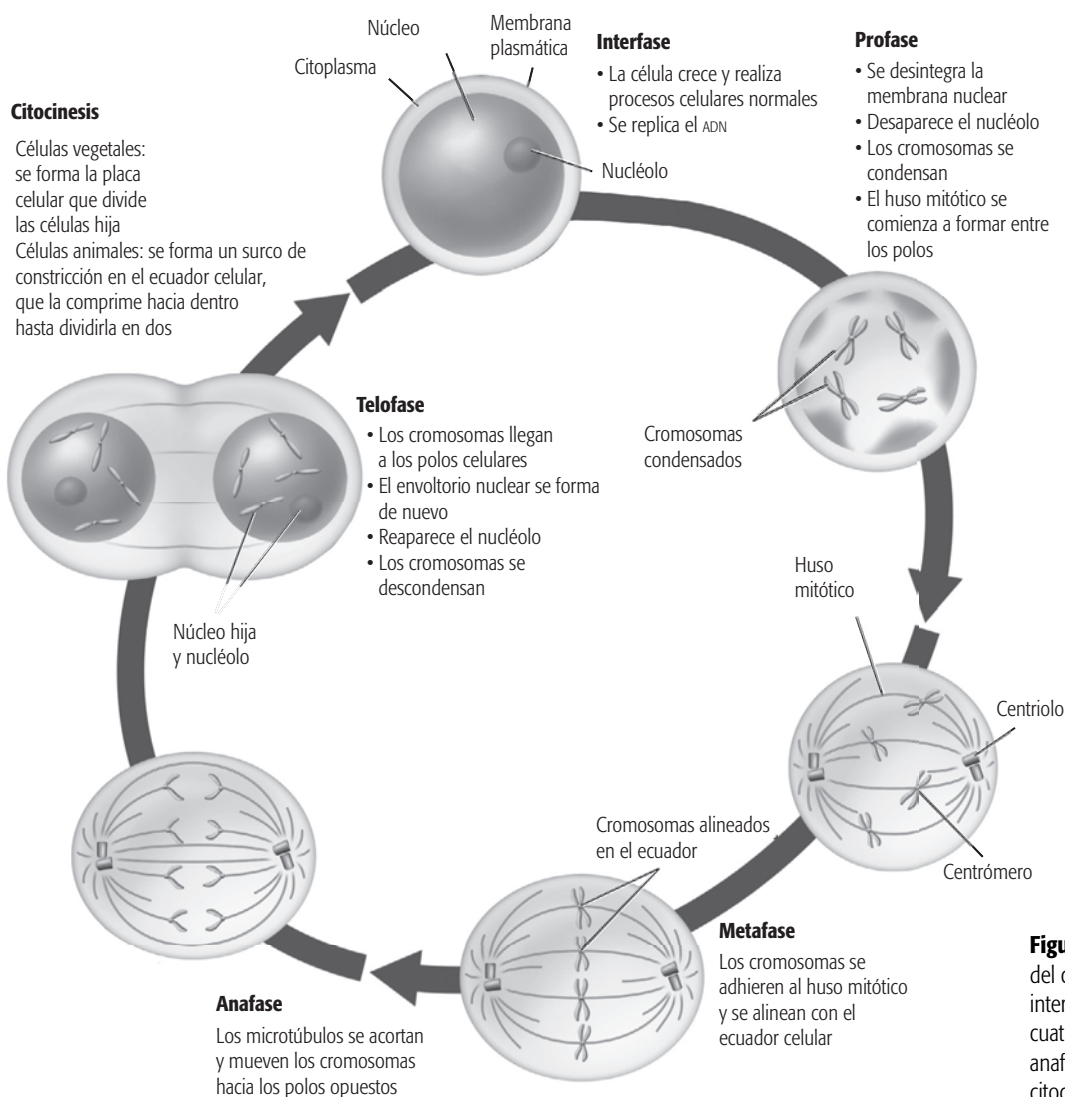


Figura 3.3 Ciclo celular Esquema del ciclo celular, se inicia con la interfase, después la mitosis con sus cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase y finalmente la citocinesis que sigue a la mitosis.

La citocinesis forma dos células, cada una con un núcleo que contiene un juego completo de cromosomas y aproximadamente la mitad de citoplasma. Después de la división del citoplasma, los cromosomas de cada célula hija se alargan de nuevo restaurando la cromatina y exponiendo el ADN a la actividad química durante la interfase. Ahí se completa el ciclo celular.

En este proceso de citocinesis existe diferencia en una célula animal y una vegetal.

En la célula animal, el citoplasma se divide en dos, al mismo tiempo que proteínas especiales forman un anillo debajo de la membrana plasmática entre los polos de la célula. Las proteínas se acortan, estrechando la célula y contrayéndola en dos.

En la célula vegetal no sucede así porque la pared celular es rígida y no puede dividirse por contracción. Entonces, el citoplasma se divide construyendo dos membranas plasmáticas y una pared celular entre los dos núcleos.

Producto 1

Manos a la obra

Mitosis

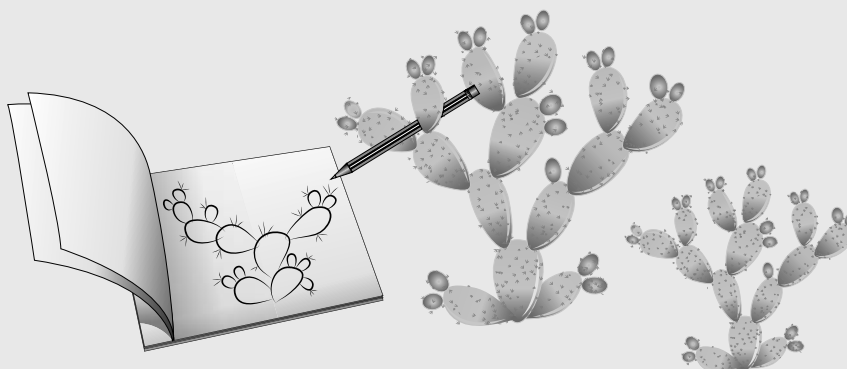
Elabora un cinito que represente una animación de la mitosis.

Materiales

- 16 tarjetas de 5.5×11.5 cm aproximadamente
- Lápices y plumones de colores
- Hilo y aguja, grapas o listón

Procedimiento

1. Utilizarás cuatro tarjetas para representar cada una de las etapas de la mitosis. En las primeras cuatro esquematizarás la profase, en las siguientes la metafase, y así sucesivamente.
2. Cada dibujo deberá mostrar una leve diferencia con el anterior, de tal manera que cuando juntes todas las tarjetas y las pases rápidamente, dé la impresión de movimiento.
3. Una vez terminadas tus tarjetas, amárralas con algo que no permita que se suelten.



3.2 Ciclo de reproducción celular

Cuando una célula se divide debe transmitir a sus células hijas los requisitos esenciales para la vida: la información hereditaria para dirigir los procesos vitales y la de los materiales en el citoplasma que necesita la célula hija para sobrevivir y utilizar la información hereditaria.

La información hereditaria de todas las células vivas se encuentra en el **ácido desoxirribonucleico (ADN)**. Una molécula de ADN consta de una larga cadena de pequeñas subunidades, llamadas **nucleótidos**. Las unidades de herencia, los **genes**, son segmentos de ADN de unos cuantos cientos a varios miles de nucleótidos de longitud. La secuencia de nucleótidos en un gen, codifica la información para sintetizar el ARN y las moléculas proteicas necesarias para construir y llevar a cabo las actividades metabólicas.

Para que cualquier célula sobreviva debe tener un juego completo de instrucciones genéticas. Por tanto, cuando una célula se divide no puede simplemente dividir sus genes por la mitad y darle a cada célula hija la mitad de un conjunto. En lugar de eso, la célula debe primero duplicar su ADN.

Para comprender mejor este proceso de reproducción celular recordemos la estructura nuclear y sus componentes:

Núcleo Es la parte fundamental de la célula. Como ya se mencionó, el núcleo fue visto por primera vez en el microscopio por Robert Brown en 1831. Se observa como un pálido cuerpo oval, sin detalles, suspendido en el citoplasma. Visto en preparación fija y teñida, el núcleo aparece como la parte más prominente de la célula (figura 3.4 izquierda).

Membrana nuclear El núcleo está rodeado por una membrana semejante a la membrana celular. Es doble y delgada. Presenta poros que permiten la entrada y salida de material. El núcleo contiene una sustancia coloide densa, rica en proteínas, llamada *nucleoplasma* o *jugo nuclear*. Distribuida en éste, se encuentra la *cromatina*, que es una estructura que tiene la apariencia de hebras alargadas y difusas que al iniciarse la reproducción celular se condensa y da lugar a los cromosomas.

Nucléolo La célula animal tiene uno o más nucléolos. Éstos son estructuras esféricas y no tiene ninguna membrana que los separe de los cromosomas. Su función es formar ribosomas a partir de ARN y proteínas.

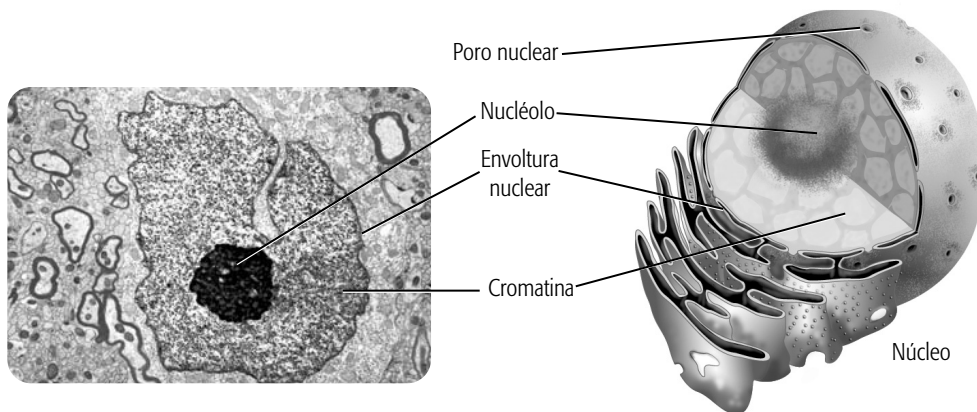


Figura 3.4 El núcleo de una célula es una estructura tridimensional. La fotomicrografía muestra un corte transversal del núcleo.

Cromosomas Son estructuras que sólo pueden observarse durante la reproducción celular. El ADN es la sustancia fundamental del material cromático difuso que se observa en el núcleo de la célula en reposo. Está organizado estructural y funcionalmente con otras proteínas para formar los cromosomas en la reproducción.

Los cromosomas presentan forma abastionada y pueden observarse como estructuras dobles formadas por dos *cromátidas* hermanas, separadas longitudinalmente, excepto en un punto: el centrómero, que las une (figura 3.5).

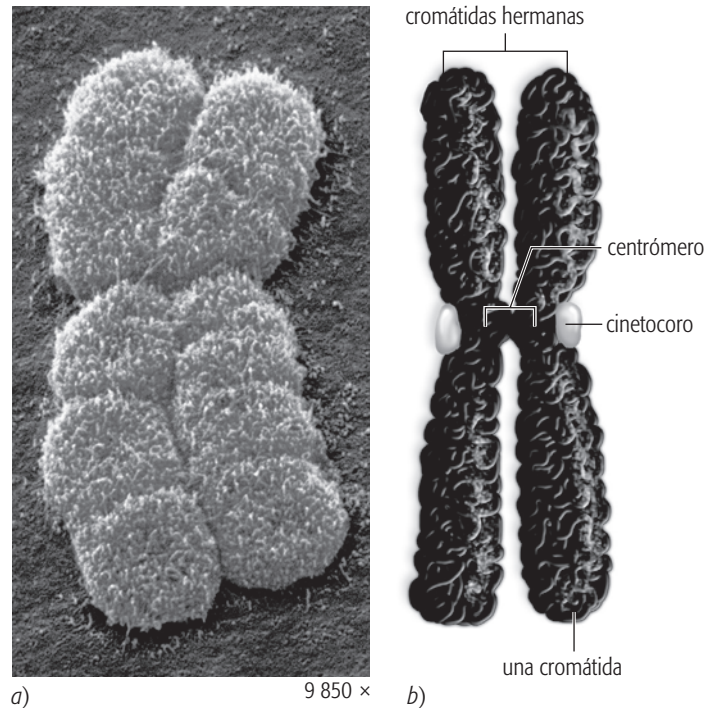


Figura 3.5 Cromosoma

a) Fotomicrografía de un cromosoma. b) Esquema de un cromosoma en donde se muestran sus secciones.

A lo largo del cromosoma se encuentran los *genes*, los cuales contienen una secuencia ordenada de nucleótidos en moléculas de ADN que contiene la información para la síntesis de macromoléculas, como las proteínas necesarias para el funcionamiento celular (figura 3.6).

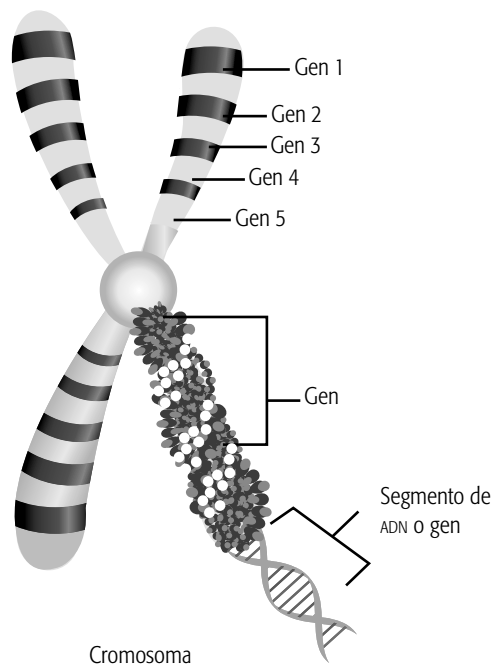


Figura 3.6 Genes Esquema de la disposición de los genes en un cromosoma.

Los investigadores han observado diferentes organismos para estudiar sus cromosomas, entre ellos se encuentra la bacteria *Escherichia coli* y la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*). Para esto realizan un acomodamiento de la dotación de cromosomas de cada individuo, ordenándolos por pares homólogos, por lo que es

posible apreciar el número total de cromosomas, su forma y tamaño. A este estudio se le denomina **cariotipo**. Por ejemplo, en el hombre hay 46 cromosomas organizados en pares iguales, de los cuales, a 22 pares (44) se les llama *autosomas* y a un par (2) *cromosomas sexuales*, por considerarlos responsables de la asignación biológica del sexo. XX determinan el sexo femenino, XY el sexo masculino (figura 3.7).

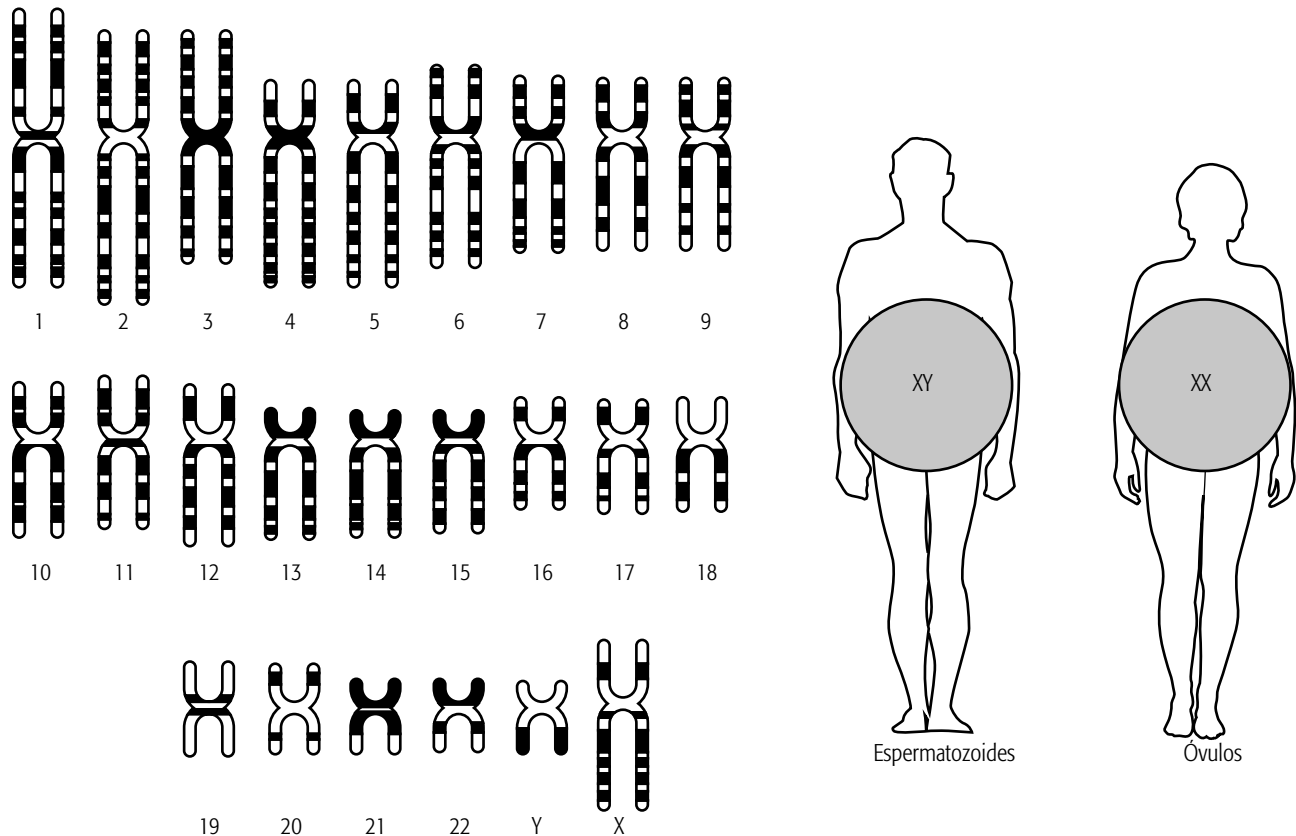


Figura 3.7 Cariotipo humano El hombre posee 46 cromosomas, de los cuales 22 pares son autosomas y el par restante son los cromosomas sexuales.

Producto 2

Manos a la obra Mitosis de la cebolla

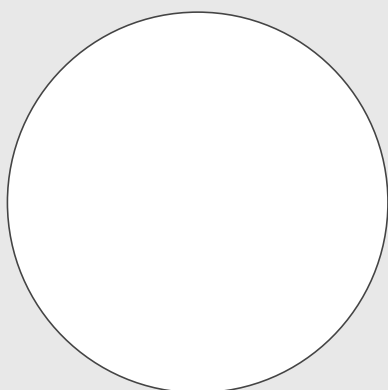
Materiales

- microscopio
- portaobjetos
- cubreobjetos
- lanceta estéril
- cubeta de tinción
- aguja de disección
- pinzas
- frasco
- mechero de alcohol
- tijeras
- papel de filtro
- vaso de precipitados
- vidrio de reloj
- orceña a
- orceña b
- palillos

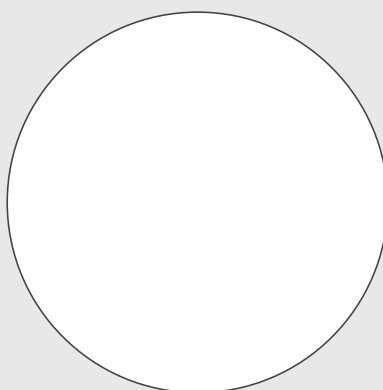
Producto 2

Procedimiento

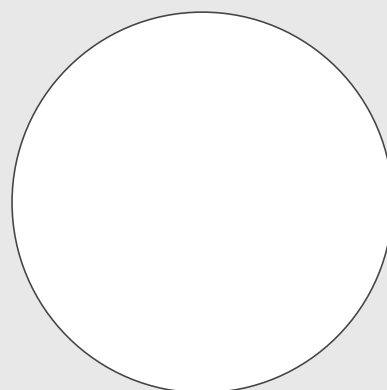
1. Llena un vaso de precipitados con agua y coloca un bulbo de cebolla sujeto con dos o tres palillos de manera que la parte inferior quede inmersa en el agua. Al cabo de tres o cuatro días aparecerán numerosas raicillas en crecimiento de unos 3 o 4 cm de longitud.
2. Corta con las tijeras unos 2 o 3 mm del extremo de las raicillas y deposítalo en un vidrio de reloj en el que se han vertido 2 o 3 mL de orceína A.
3. Calienta suavemente el vidrio de reloj a la llama del mechero durante unos 8 minutos, evitando la ebullición, hasta la emisión de vapores tenues.
4. Con las pinzas, toma uno de los ápices o extremos de las raicillas y colócala sobre un portaobjetos, añade una gota de orceína B y deja actuar durante 1 minuto.
5. Coloca el cubreobjetos con mucho cuidado sobre la raíz. Con el mango de una aguja de disección o la goma de un lápiz da unos golpecitos sobre el cubreobjetos sin romperlo, de modo que la raíz quede extendida.
6. Retira el exceso de colorante con papel filtro, haciendo presión sobre el cubreobjetos y cuidando de que éste no resbale.
7. Prepara por lo menos tres muestras y obsérvalas al microscopio; anota y dibuja lo que observas.



Muestra A



Muestra B



Muestra C

8. Responde las siguientes cuestiones:

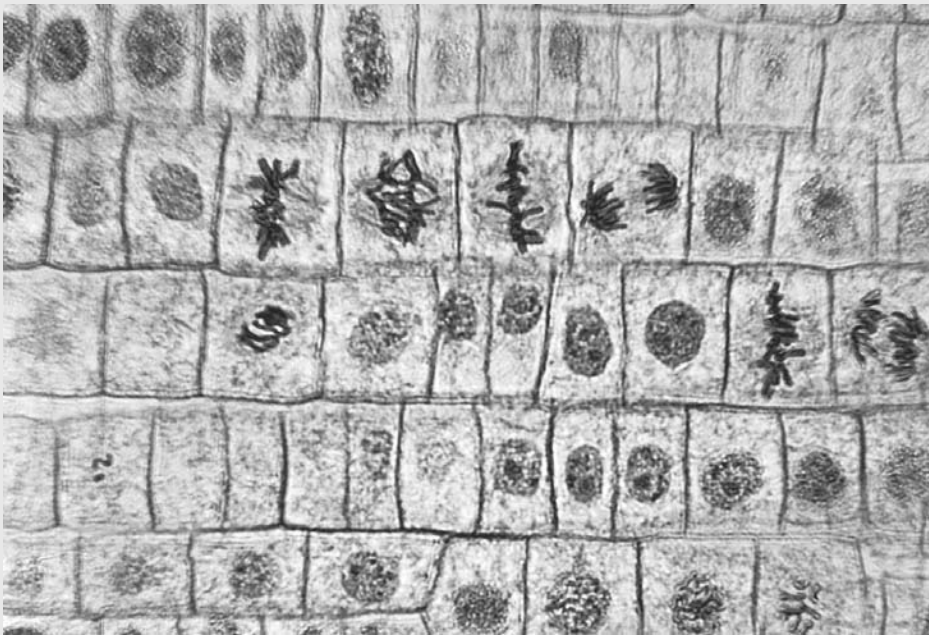
a) ¿Qué importancia tiene la mitosis?

b) ¿Por qué es importante para la biología Fleming?

Producto 2

c) ¿Cuáles son las diferencias de cada una de las fases en la mitosis?

d) ¿En qué momento de la mitosis se observan los cromosomas con mayor facilidad y por qué?

**Meiosis**




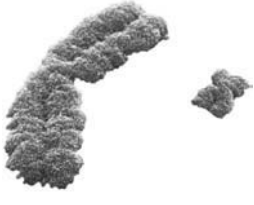

La meiosis es un tipo de división celular que sólo ocurre en las células **germinales** de los organismos que llevan a cabo la reproducción de tipo sexual. Después de una doble división celular por meiosis, resultan cuatro células hijas, cada una con la mitad del juego de cromosomas y diferente información genética que la de la célula madre que les dio origen.

Entre las razones de su relevancia es posible mencionar las siguientes:

- Proporciona variabilidad genética.
- Conduce a la formación de gametos.
- Mantiene constante el número de cromosomas en cada especie.

Para entender este proceso es necesario diferenciar muy bien los tipos de cromosomas que pueden darse (tabla 3.1).

Tabla 3.1 Tipos de cromosomas.

Tipo	Definición
Cromosoma simple 	Está formado por una sola cromátida; es decir, un cromosoma simple es sinónimo de cromátida.
Cromosoma compuesto 	Está constituido por dos cromátidas hermanas unidas por un centrómero (<i>diada</i>). Ambas cromátidas contienen exactamente la misma información (en espejo).
Cromosoma homólogo 	Es un cromosoma compuesto de origen distinto, uno es materno y el otro paterno (<i>tétrada</i>). Tiene el mismo tamaño, forma y función, que otro cromosoma homólogo.
Cromosoma sexual 	Determina el sexo de un organismo. En los mamíferos existen dos cromosomas sexuales, el X y el Y. Cromosomas XX para la mujer o hembra y XY para el hombre o macho. Ambos cromosomas, X y Y, difieren en su forma, tamaño e información que transmiten.
Cromosoma somático, autosoma o cromosoma no sexual 	Es el que se encuentra en todas las células del cuerpo de los organismos. Es responsable de las características fenotípicas de los individuos y no entra en la herencia de los rasgos específicos del género.

La meiosis es parecida a la mitosis, pero con características importantes y únicas que la hacen de suma importancia, vital para los seres vivos que la presentan.

Se trata de un proceso que consta de dos grandes etapas: meiosis I y meiosis II.

Meiosis I

También denominada *primera división meiótica*, la meiosis I consta de cuatro fases: *profase I*, *metafase I*, *anafase I* y *telofase I* (figura 3.9).

Profase I

Es la fase en la que sucede lo más importante de la meiosis: cada cromosoma se aparea con su cromosoma homólogo, en un proceso llamado entrecruzamiento, que puede estudiarse en cinco etapas: *leptoteno*, *paquitenio*, *diploteno*, *zigoteno* y *diacinesis*.

Leptoteno Es la etapa donde los cromosomas homólogos se unen, y permanecen así mediante una placa fibrosa denominada *placa de unión* (figura 3.8a).

Zigoteno En esta etapa se inicia el apareamiento de los cromosomas homólogos, que se unen punto por punto mediante la *sinapsis*; con ello se forma entre los dos cromosomas una estructura proteínica, el *complejo sinaptonémico*, cuya función es colocar cada gen con su homólogo que se encuentra en el cromosoma opuesto para formar una especie de cierre cerrado (figura 3.8b).

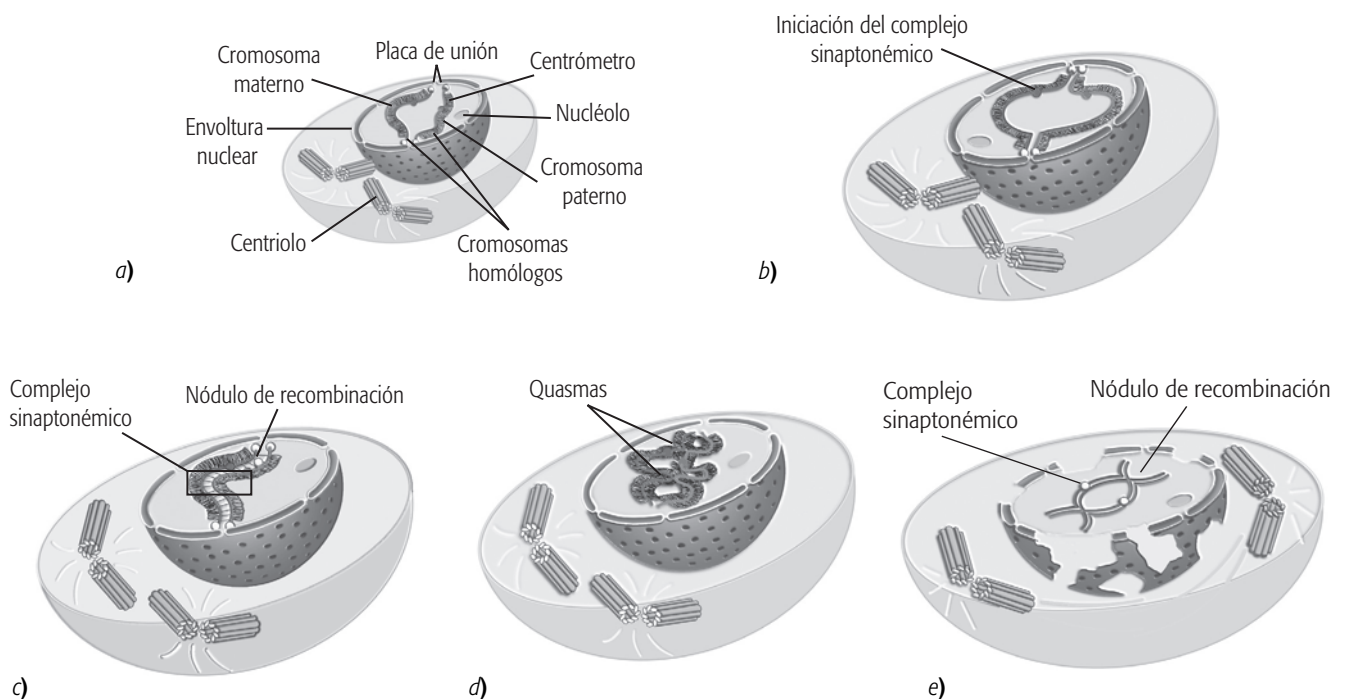
Paquitenio Los cromosomas homólogos están perfectamente apareados en esta etapa, por lo que forman estructuras bivalentes que dan lugar a la recombinación genética, es decir, el intercambio del material genético entre los cromosomas homólogos (figura 3.8c).

Diploteno Aquí se deshacen los complejos sinaptonémicos y los cromosomas homólogos y apareados y unidos únicamente por los quiasmas (lugares donde se dio el entrecruzamiento), se separan. Los cromosomas homólogos se acortan y ensanchan, se forman las tétradas, es decir cuatro cromátidas (figura 3.8d).

Diacinesis Es la fase final de la profase I. En ella se observan perfectamente las tétradas formadas por las dos cromátidas de cada cromosoma homólogo. Además, los cromosomas que antes estuvieron unidos ahora se repelen y sólo quedan unidos mediante los quiasmas, que son la prueba de que hubo entrecruzamiento y, por tanto, intercambio de información genética (figura 3.8e).

Ahora desaparece la membrana nuclear y el nucléolo y se forma el huso. Entonces las cromátidas hermanas ya están mezcladas, es decir, contienen fragmentos tanto del cromosoma paterno como del materno.

Figura 3.8 MEIOSIS I: Etapas de la profase I a) Leptoteno, b) zigoteno, c) paquitenio, d) diploteno, e) diacinesis.



Metafase I

Durante la metafase I los cromosomas homólogos formados en tétradas emigran hacia la placa ecuatorial, que los separa mediante el corte de los quiasmas, sin dividir las cromátidas hermanas. Enseguida los cromosomas entran en contacto con las fibras del huso mediante el centrómero de cada cromosoma.

Anafase I

En esta etapa la célula toma forma ovoide, como de un balón de fútbol americano, y algunos de los microtúbulos que forman el huso se alargan en tanto que otros se acortan, lo que hace que los cromosomas homólogos se separen. Entonces, cada uno de ellos (paterno y materno) se va hacia cada uno de los polos opuestos de la célula.

Telofase I

Aquí se regenera el nucléolo y la envoltura nuclear se reacomoda alrededor de cada uno de los dos nuevos núcleos, además de que desaparece el huso.

Se inicia entonces la citocinesis y la estrangulación de la célula, lo que da lugar a dos células, cada una con uno de los cromosomas homólogos, pero todos están todavía duplicados.

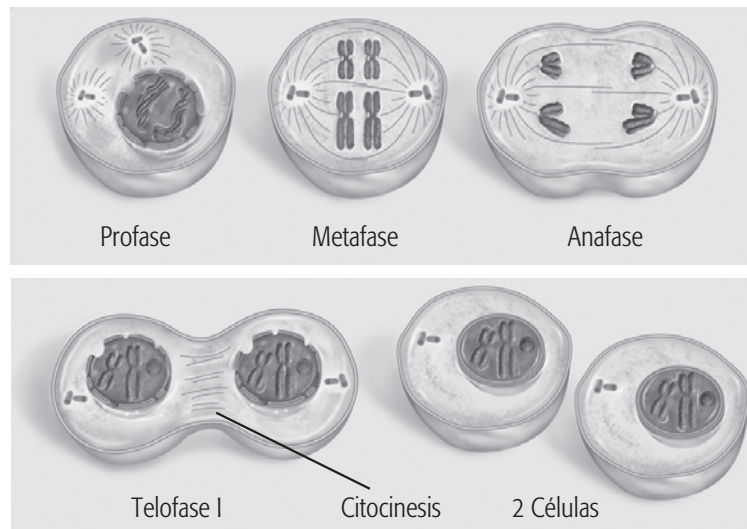


Figura 3.9 MEIOSIS I
Esquema general de la meiosis I o primera división meiótica.

Meiosis II

Conocida también como *segunda división meiótica*, la meiosis II es más parecida a una mitosis normal. Antes de empezar este proceso, no existe una interfase y se presentan nuevamente las cuatro fases: *profase II*, *metafase II*, *anafase II* y *telofase II* (figura 3.10).

Profase II

En esta etapa los microtúbulos han movido a uno de cada par de centriolos hacia el polo opuesto, en cada una de las dos células que se formaron hasta el momento. Se abren entonces las membranas nucleares y se genera el huso en cada célula.

Metafase II

Aquí los cromosomas se disponen en la placa ecuatorial de cada célula.

Anafase II

Durante la anafase II se separan los centrómeros y cada cromátida hermana migra hacia polos opuestos de cada una de las células, las cuales se alargan hasta cobrar la forma de un balón de fútbol americano.

Telofase II

En esta etapa se forman las membranas nucleares de cada uno de los cuatro nuevos núcleos y los cromosomas se descondensan en hilos de cromatina. Se inicia también la citocinesis y se estrangula cada célula, lo que resulta en cuatro células hijas haploides (n), es decir, con la mitad del número de cromosomas de la célula original y cada una con una variación genética. Dicho en otras palabras, esas cuatro células ya tienen cromosomas simples.

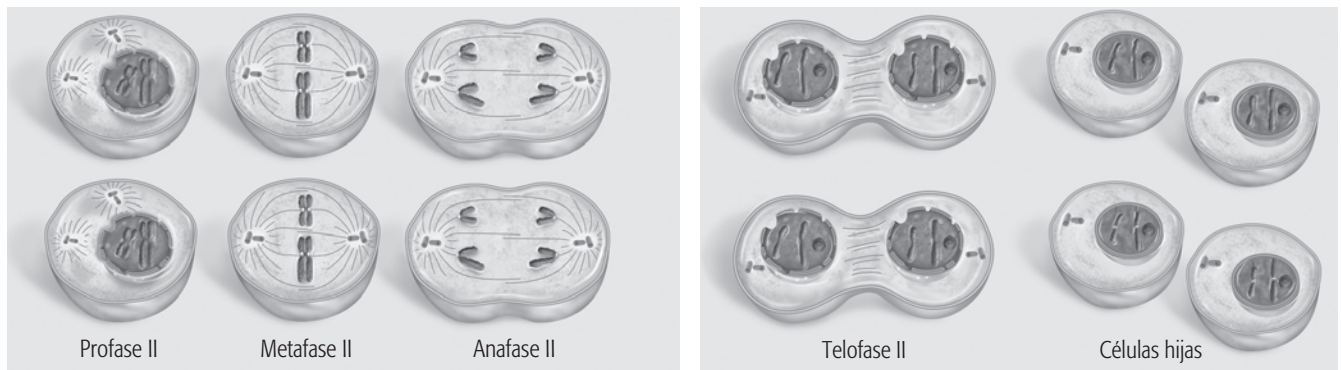


Figura 3.10 MEIOSIS II

Esquema general de la meiosis II o segunda división meiótica, la cual produce cuatro células hijas.

Producto 3

Manos a la obra Meiosis

Materiales

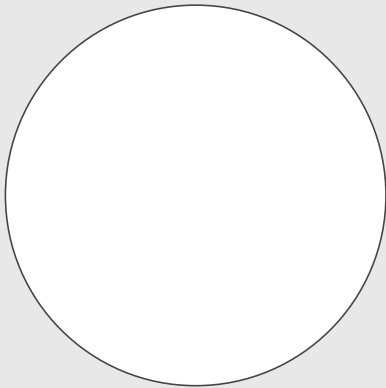
- vidrio de reloj
- yemas de diferentes flores
- mezcla 1:1 de alcohol-ácido acético
- aceto-orceína o acetocarmín
- cubreobjetos y portaobjetos
- barniz de uñas para sellar la muestra
- microscopio

Procedimiento

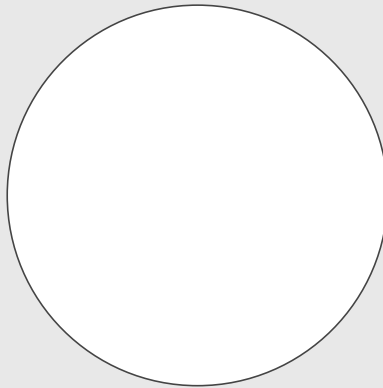
1. En un vidrio de reloj fija durante un minuto las yemas florales de diferentes tamaños en una mezcla de alcohol-ácido acético (1:1); luego, con ayuda del microscopio estereoscópico, separa las anteras de los estambres y colócalas en un portaobjetos. Agrega un poco de aceto-orceína o acetocarmín y macéralas con ayuda de una aguja de disección, déjalas durante 15 minutos para evitar que el colorante se seque.

Producto 3

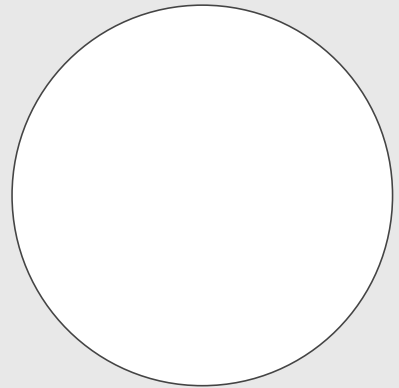
2. Agrega unas gotas periódicamente. Pasado el tiempo coloca un cubreobjetos y de inmediato haz presión con la goma de un lápiz para disgregar el tejido.
3. Sella los lados con barniz de uñas y observa al microscopio a 10X, busca un campo donde no haya células amontonadas y enfoca con el objetivo de 40X y, si es necesario, a 100X.
4. Prepara al menos tres muestras y dibuja tus observaciones.



Muestra A



Muestra B



Muestra C

5. Responde las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuál es la función de la meiosis?

b) ¿Por qué es importante la recombinación genética?

c) Describe brevemente qué pasa en cada una de las fases meióticas.

3.3 Crecimiento, diferenciación y muerte celular

Los **ciclos celulares** son los procesos ordenados y repetitivos en el tiempo en el que las células crecen y se dividen en dos células hijas. Las células que no se están dividiendo, se encuentran fuera de los procesos replicativos de la mitosis, en un estado de crecimiento vegetativo y sin desarrollo de sus funciones citológicas, por lo que a esta situación se la ha llamado fase G_0 (del inglés Gap 0).

Fase G_0

La **fase G_0** , o el cero de G, es un periodo en el ciclo de una célula en donde las células existen en un estado inactivo ni se dividen, ni se disponen a dividirse y/o como una etapa distinta quieta que sucede fuera del ciclo de célula. G_0 a veces es mencionado como un estado “post-mitótico” ya que las células en G_0 están en una fase que no se dividen fuera del ciclo de célula; algunos tipos de células (como neuronas y células de músculo de corazón, figura 3.11) cuando alcanzan la madurez se hacen **post-mitóticas**, es decir, entran la fase de G_0 , pero siguen realizando sus funciones principales para el resto de la vida del organismo. Las células de músculo polinucleadas, como el cardíaco, que no sufren citocinesis, a menudo permanecen en fase G_0 .

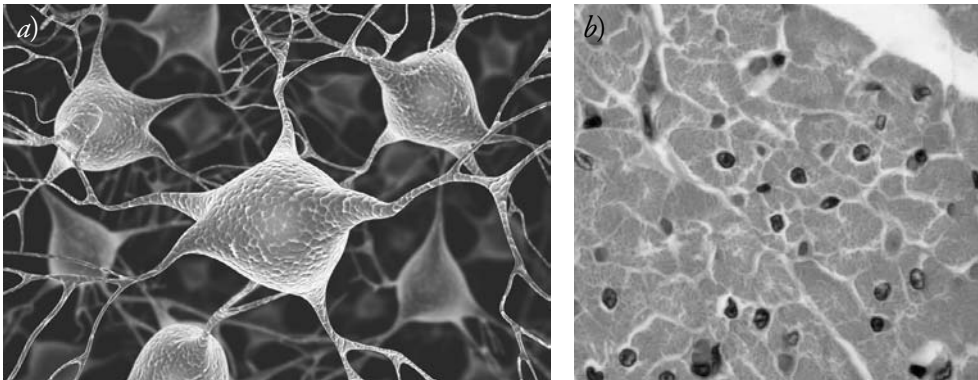


Figura 3.11 Las neuronas (a) y las células del músculo cardíaco (b) están en G_0 .

Muerte celular o apoptosis

La apoptosis puede definirse como el conjunto de reacciones bioquímicas que concluyen con la muerte ordenada y silenciosa de una célula; es decir, es el proceso normal y programado de muerte celular, lo cual puede ocurrir en la etapa embrionaria o en la adulta.

Las células presentan un mecanismo de corrección, es decir, cuando una célula detecta que hay un crecimiento y funcionamiento anormal se suicida en un proceso conocido como *apoptosis*. Las células cancerosas no siempre proliferan en el organismo, esto se debe al mecanismo de control antes mencionado.

En la etapa embrionaria la apoptosis tiene un significado biológico muy importante, ya que contribuye a dar forma a los órganos en construcción, eliminar los órganos transitorios, conformar estructuras en metamorfosis, por ejemplo una las fisuras del cráneo y surcos como el paladar, eliminar células innecesarias y suprime las células genéticamente dañadas, cuya existencia es potencialmente dañina para el embrión.

En la etapa adulta interviene en el recambio celular normal como el que tiene lugar en la epidermis (renovación de epitelios), en la maduración normal de células, la eliminación de células que representan una amenaza para el organismo (como el cáncer) o de las infectadas por virus o bacterias, linfocitos que provocan enfermedades inmunitarias y células portadoras de mutaciones dañinas.

La apoptosis también puede suceder cuando existen daños en el ADN, exceso de oxidantes o falta de nutrientes de manera permanente. Su proceso es el siguiente:

1. La membrana se altera y el volumen celular se reduce considerablemente, lo que condensa el citoplasma. Aparecen en la superficie burbujas, como si la célula estuviera hirviendo.
2. El núcleo se reduce y la cromatina se colapsa dividiéndose en circunferencias pequeñas llamadas *cuerpos apoptóticos*.
3. La célula apoptótica es fagocitada por macrófagos o por células vecinas con lo que se evita que su contenido, aún activo, sea liberado al medio y no haya inflamación ni daño tisular.

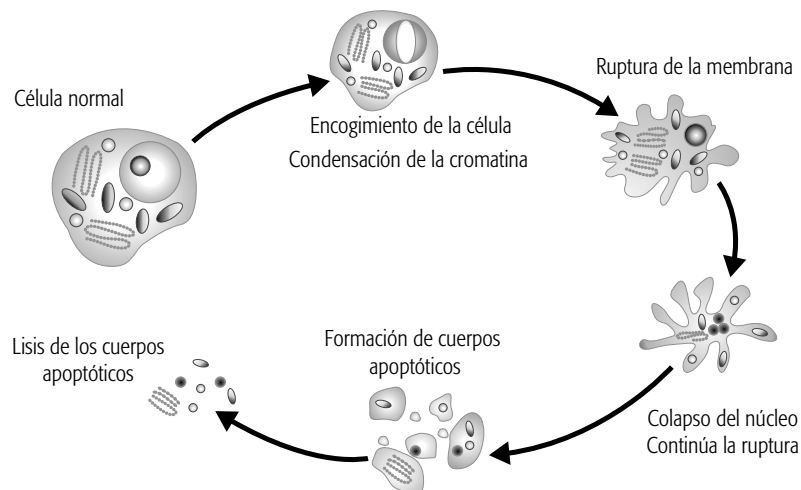


Figura 3.12 Apoptosis de una célula.

Lectura

Células normales y células cancerosas

La célula es el elemento más simple, dotado de vida propia, que forma los tejidos organizados. Está compuesta por una masa rodeada de protoplasma que contiene un núcleo.

Una pared celular rodea la célula y la separa de su ambiente. Dentro del núcleo está el ADN, que contiene la información que programa la vida celular.

La célula se divide y al hacerlo sus estructuras se dividen también en otras exactamente iguales a las anteriores, con los mismos componentes y funciones que la originaria.

Las células normales crecen a un ritmo limitado y permanecen dentro de sus zonas correspondientes. Las células musculares se forman y crecen en los músculos y no en los huesos; las de los riñones no crecen en los pulmones, etcétera.

Estas funciones y este ritmo de crecimiento viene determinado por el ADN. Algunas células tienen menos tiempo de vida que otras, como por ejemplo las células del intestino que tienen un periodo de vida de dos semanas, mientras que los hematíes viven durante unos tres meses.

Lectura

Otras células van a vivir el tiempo que viva la persona y sólo se dividen para sustituirse a sí mismas, éste sería el caso de las células óseas que actúan cuando hay que reparar una fractura.

La vida de cada grupo de células es distinta y funcionará según se lo dicte su ADN que es distinto para cada tipo de célula. Cada célula está bien diferenciada.

La sangre aporta el oxígeno y los nutrientes necesarios para la vida celular y recoge los productos de desecho producidos por las células y los transporta a los órganos de filtrado y limpieza (riñones, hígado, pulmones).

La linfa es un líquido incoloro que se compone, en su gran mayoría, por linfocitos, un tipo de glóbulos blancos, y que recorre todo el organismo a través de vasos linfáticos.

El sistema inmunológico se encarga de la defensa del cuerpo a través de los leucocitos que buscan y destruyen a las bacterias y virus.

Los leucocitos viajan por la sangre y por la linfa y se acumulan en aquellos lugares donde hay infección para rodear y matar a las bacterias o virus y, más tarde, emigran por medio de los vasos linfáticos a los ganglios linfáticos.

Los ganglios linfáticos son como racimos de uvas situados en distintas partes del organismo. Cada ganglio recibe los linfocitos y es en ellos donde se filtran y destruyen las bacterias, los desechos y los propios linfocitos desgastados. Cuando se produce alguna infección, los ganglios linfáticos se pueden inflamar. Si la infección se produce en un diente, se inflamarán los del cuello. Si la infección es en una mano, estarán aumentados los de la axila correspondiente. Los ganglios también pueden estar inflamados cuando hay un tumor.

La célula normal pasa a convertirse en una célula cancerosa debido a un cambio o mutación en el ADN. A veces esas células, cuya carga genética ha cambiado, mueren o son eliminadas en los ganglios linfáticos. Pero, otras veces, siguen con vida y se reproducen.

Las células cancerosas tienen un aspecto diferente, bien porque su forma ha cambiado o porque contengan núcleos más grandes o más pequeños. Estas células son incapaces de realizar las funciones que corresponden a las células pertenecientes a ese tejido.

Generalmente se multiplican muy rápidamente, porque les falta un mecanismo de control del crecimiento. Con frecuencia, son inmaduras debido a que se multiplican de una forma muy rápida y no tienen tiempo suficiente para crecer plenamente antes de dividirse.

Al formarse un gran número de células cancerosas, se amontonan, presionan o bloquean a otros órganos y les impiden realizar su trabajo. Como no se limitan al espacio originario donde se forman, y se extienden a otras zonas, se dicen que son invasivas.

Tienden a emigrar a otros lugares, a través de la sangre o de la linfa. Las células que se encargan de la defensa del organismo suelen destruirlas, así separadas, pero si sobreviven pueden producir un nuevo crecimiento en un lugar diferente, metástasis, y dañar a otros órganos.

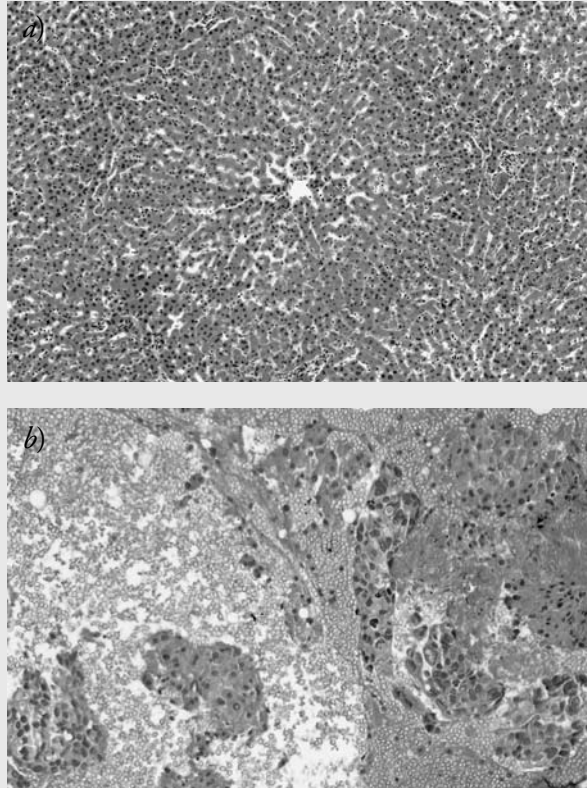


Figura 3.13 Comparación entre células sanas (a) y células cancerosas (b) con un crecimiento anormal.

Células poliploides y gametos

La **poliploidía** se define como el fenómeno por el cual se originan células, tejidos u organismos con tres o más juegos completos de cromosomas de la misma o diferente especie con dos o más genomas de especies distintas. Estas células, tejidos u organismos se les conocen como poliploides.

Si los genomas de una especie poliploide provienen de la misma especie, se dice que es autopoliploide o autoploide; si provienen de dos especies familiares diferentes se dice que es alopoliploide o aloploide. Dependiendo del número de juegos cromosómicos completos que posee la especie se denomina como triploide ($3X$), tetraploide ($4X$), pentaploide ($5X$) hexaploide ($6X$) y así sucesivamente, siendo X el número monoploide, no debiendo confundirlo con el número haploide.

La poliploidía es un suceso bastante frecuente en la naturaleza, es más frecuente en plantas y algas que en animales y hongos. En plantas, la poliploidía se encuentra muy extendida dentro de las angiospermas. Generalmente, en plantas poliploides se da el fenotipo *gigas*: se produce un aumento de tamaño en los individuos poliploides ya que poseen mayor número de células que los individuos diploides. En animales, el fenotipo *gigas* no se da como tal, ya que el aumento de tamaño que se da en algunos grupos de insectos, crustáceos y algunos anfibios y peces poliploides es debido al aumento del volumen celular pero no del número de células, siendo este último el mismo en individuos diploides y poliploides.

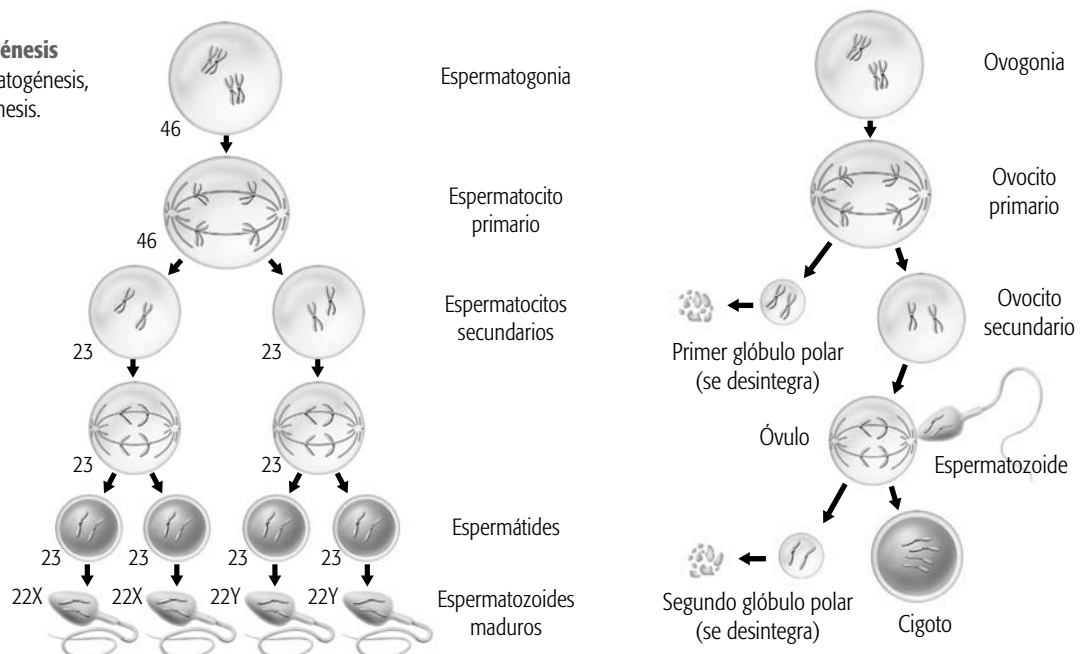
Gameto

Es la célula sexual que se une con otra en el proceso de la fecundación. La célula que resulta de la unión de dos gametos (espermatozoide y óvulo) se denomina cigoto. En general, el cigoto experimenta una serie de divisiones celulares hasta que se constituye en un organismo completo.

La producción de los gametos femenino y masculino se lleva a cabo en las gónadas respectivas (ovario y testículos) mediante el proceso de **gametogénesis**.

Figura 3.14 Gametogénesis

a) masculina o espermatogénesis, y b) femenina u ovogénesis.



Los gametos, que son haploides, tienen un solo juego de cromosomas debido a que durante la meiosis (meiosis I y II) los cromosomas se dividen a la mitad, lo que da origen a células haploides (n). Por ello, cada gameto tiene sólo una única versión de las características del individuo o, lo que es lo mismo, la mitad de su patrimonio genético.

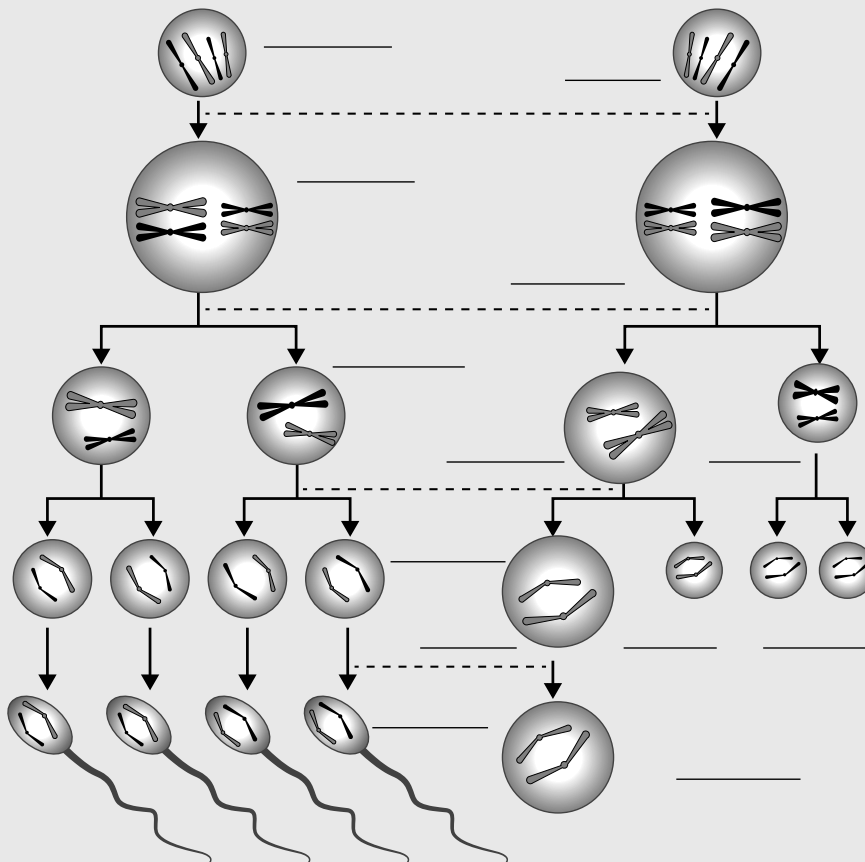
Durante la fecundación, el gameto masculino se fusiona con el gameto femenino y da como resultando el huevo o cigoto con una dotación diploide.

En el caso de los humanos si el proceso tiene como fin producir espermatozoides se le conoce como *espermatoogénesis* y se lleva a cabo en los testículos. En caso contrario, si el resultado son óvulos se llama *oogénesis* u *ovogénesis* y se realiza en los ovarios.

Producto 4

Manos a la obra Gametogénesis

1. Haz un esquema explicativo en el que se resuman las distintas fases de la meiosis.
2. Observa la figura y luego complétala con los siguientes nombres donde corresponda:



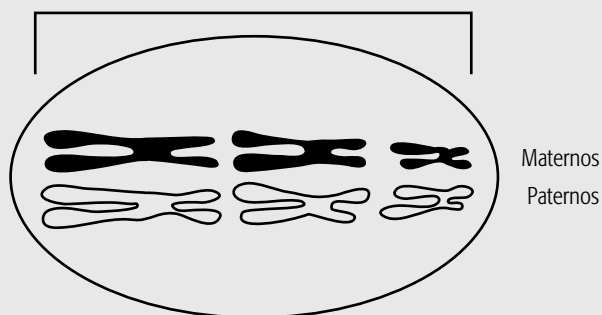
espermatozito primario, crecimiento, ovogonio, primer cuerpo polar, espermatozitos secundarios, espermatozito, meiosis II, cuerpos polares secundarios, espermátidas, ovocito primario, óvulo, espermatozoides, meiosis I, ovocito secundario, diferenciación.

Producto 4

Las líneas punteadas corresponden a procesos celulares y las líneas continuas a estados celulares.

- Con respecto a la variabilidad y herencia, ¿cuáles son las consecuencias genéticas de la meiosis?
- Si la célula que se muestra en el dibujo fuera de la línea germinal de un organismo y experimentara el proceso de gametogénesis, ¿cuántos posibles gametos se producirían?, ¿cuáles son todas las combinaciones de cromosomas posibles?

3 Pares de cromosomas homólogos



Producto 5

Producto final

- En la tabla que realizaste al inicio del módulo, completa la tercera columna, *Lo que aprendí*. Compara tus respuestas con las de tus compañeros, de tal manera que puedas completar lo que te faltó.
- Relaciona los siguientes eventos de acuerdo con la fase en la que se desarrollan.

Proceso	Etapas
Se divide el citoplasma.	
Los filamentos de cromatina se condensan en cromosomas.	
Se forman dos grupos de cromosomas de una cromátida.	
Los cromosomas se estiran formando filamentos de cromatina.	Profase
Cada cromosoma contiene dos cromátidas en su máxima condensación.	Metafase
Los cromosomas se colocan en el centro formando la placa ecuatorial.	Anafase
Se forman dos células separadas por sus membranas.	Telofase
Desaparece el nucléolo.	
Se forma el huso acromático.	
Se estrangula la célula.	
Se rompe la membrana nuclear.	
Se forman dos núcleos.	
Los cromosomas se separan por sus cromátidas.	

Producto 5

3. Selecciona la respuesta correcta.

a) *El número diploide de la especie humana se restablece durante la:*

- ☐ gametogénesis
- ☐ fecundación del óvulo por el espermatozoide
- ☐ mitosis
- ☐ meiosis

b) *El posible entrecruzamiento de segmentos de cromátidas de los cromosomas homólogos se lleva a cabo durante la:*

- ☐ profase de la mitosis
- ☐ profase I de la meiosis
- ☐ metafase I de la meiosis
- ☐ metafase de la mitosis

c) *¿Qué efecto biológico puede provocar el entrecruzamiento meiótico?*

- ☐ aumento del número cromosómico de la especie
- ☐ perpetuación de la información genética de la especie
- ☐ aumento de la variabilidad genética
- ☐ independencia de los caracteres genéticos paternos y maternos

d) *¿En qué fase del ciclo celular tiene lugar la replicación del ADN?*

- ☐ mitosis
- ☐ S o de síntesis
- ☐ G1
- ☐ G2

e) *¿En qué fase del ciclo celular comienza la condensación de los cromosomas?*

- ☐ S
- ☐ G1
- ☐ G2
- ☐ citocinesis

f) *¿En qué fase mitótica la cromatina se condensa formando los cromosomas?*

- ☐ anafase
- ☐ profase
- ☐ metafase
- ☐ profase I

Producto 5

g) *Durante la meiosis:*

- ☐ Cada núcleo haploide se divide una vez y origina cuatro núcleos haploides.
- ☐ Cada núcleo diploide se divide dos veces y origina cuatro núcleos haploides.
- ☐ Cada núcleo haploide se divide dos veces y origina cuatro núcleos haploides.
- ☐ Cada núcleo diploide se divide una vez y origina cuatro núcleos haploides.

h) *Tras la división meiótica los núcleos hijos:*

- ☐ Pueden contener nuevas combinaciones de cromosomas.
- ☐ Siempre contienen la misma información genética que el núcleo progenitor.
- ☐ Siempre contienen, los dos que se forman, idéntica información genética.
- ☐ Son siempre mayores que el núcleo progenitor.

i) *El entrecruzamiento meiótico:*

- ☐ Afecta solamente a las células precursoras de los óvulos.
- ☐ Permite la recombinación del material genético de los progenitores.
- ☐ Afecta a los cromosomas anafásicos.
- ☐ Afecta a las cromátidas anafásicas.

4. **Analiza y discute** Los perros tienen un número diploide de cromosomas de 78. ¿Cuántos cromosomas esperarías encontrar en un gameto? ¿En una célula del hígado? Los ciruelos tienen un número haploide de cromosomas de 24. ¿Cuántos cromosomas esperarías encontrar en una célula que entrará en meiosis? ¿Y en el núcleo de un grano de polen?
5. **Analiza y discute** ¿Es posible la reproducción sexual, es decir, la fecundación y la meiosis, con un solo progenitor? Explica.
6. **Analiza y discute** Ninguno de nosotros es exactamente igual a su madre ni a su padre. ¿Por qué?
7. **Analiza y discute** Explica cómo puedes heredar ciertos rasgos de tu abuelo materno (comienza con un gameto de tu abuelo y finaliza con una célula somática tuya).

Portafolio
de evidencias

Revisa la sección "Integración de un portafolio de evidencias" al final de tu libro e integra todas las notas, apuntes, recortes y fotografías de los productos de este módulo para evaluación de tu profesor.

Integración de un portafolio de evidencias

1. ¿Qué necesitas para formar un portafolio de evidencias? Debes reunir todas aquellas tareas realizadas durante el desarrollo de las sesiones; éstas incluyen:

- Mapas conceptuales elaborados.
- Reflexiones personales.
- Cuestionarios, contestados y corregidos.
- Trabajos individuales realizados.
- Trabajos de investigación personal y en equipo.
- Ejercicios realizados.
- Prácticas de laboratorio.
- Otros.

Las actividades que realizas en el aula y fuera de ella son abundantes; por tanto, tu profesor debe elegir aquellos productos que sean más relevantes para tu aprendizaje.

2. ¿Qué presentación debes darle a la organización de tu portafolio? Debe contener los siguientes apartados:

Núm.	Contenido estructural	Elementos integradores
1	Portada	Nombre de la unidad de aprendizaje. Nombre del módulo. Nombre del alumno. Nombre del docente.
2	Índice	Lista del contenido de todo el portafolio.
3	Introducción	Debes indicar por escrito cuál es el objetivo de este módulo, así como qué finalidad tiene presentar estas evidencias del trabajo realizado (esto es lo que justifica la presentación del contenido de tu portafolio).
4	Apartados	Debes integrar separaciones para clasificar el orden de presentación de tus evidencias.
5	Contenido	Indicar en cada apartado el producto o tarea que corresponda.
6	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué fue lo que mejor aprendiste y por qué? • ¿Qué se te dificultó aprender y por qué? • ¿Qué habilidades consideras haber adquirido? • ¿Qué valores, desde tu punto de vista, has ido desarrollando durante las sesiones y tareas? (Este análisis te permitirá darte cuenta de las competencias adquiridas.)
7	Conclusiones	Menciona cuando menos dos conclusiones a las que hayas llegado después de analizar el logro total o parcial de tus competencias.

El aspecto más importante en la evaluación del portafolio es que te permita darte cuenta de las competencias adquiridas y que promueva la reflexión con tu profesor y tus compañeros acerca de tus aprendizajes.

Rúbricas

Rúbrica de evaluación para el portafolio de evidencias

Criterio de evaluación y puntaje	Excelente 91-100 (cumple totalmente)	Bueno 81-90 (puede mejorar)	Regular 71-80 (debe modificar algunos elementos)	Deficiente 60-70 (requiere mejorar)
Aspectos por evaluar				
1. Organización e identificación de los elementos	Está completo de acuerdo con las indicaciones señaladas.	Hace falta mejorar la presentación de la estructura del portafolio.	Requiere modificar la estructura.	Necesita rehacer la presentación y organización de las partes del portafolio.
2. Introducción	Presenta con claridad los objetivos del módulo y del portafolio; justifica con claridad.	Presenta parcialmente los objetivos del módulo y del portafolio. Necesita mejorar la justificación.	Hace falta alguno de los objetivos y la justificación es confusa.	No presenta objetivos ni justificación del portafolio de evidencias.
3. Contenido	Los productos están completos.	Falta 20% de los contenidos esperados.	Falta hasta 30% de contenidos esperados.	Falta 40% de los contenidos esperados.
4. Análisis	Presenta de 90 a 100% de análisis respecto a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores adquiridos para cada una de las evidencias presentadas.	Presenta 80% de análisis respecto a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores adquiridos para cada una de las evidencias presentadas.	Presenta 70% de análisis respecto a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores adquiridos para cada una de las evidencias presentadas.	Presenta 60% de análisis respecto a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores adquiridos para cada una de las evidencias presentadas.
5. Conclusiones	Presentas al menos dos conclusiones con claridad, lo que te permite mejorar tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores respecto al aprendizaje del módulo.	Presentas al menos una conclusión con claridad, lo que te permite mejorar tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores respecto al aprendizaje del módulo.	Las conclusiones que presentas no tienen claridad, lo que te impide mejorar tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores respecto al aprendizaje del módulo.	Los comentarios con que cierras la presentación de tu portafolio necesitan rehacerse, ya que no reúnen los requisitos de una conclusión.
Observaciones del docente:				

Bibliografía

- Alberts, B. y otros. (2008). *Introducción a la biología celular*. México: Panamericana.
- Audesirk, T. Audesirk, G. & Byers, B. (2008). “La célula”, en *Biología, ciencia y naturaleza* (2ed.). Colombia: Pearson.
- Campbell, N., & Reece, J. (2007). “La célula”, en *Biología* (7a ed.). España: Panamericana.
- Cervantes, M., & Hernández, M. (2008). “La célula”, en *Biología general* (5ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- De Erice, E., & González, A. (2009). “La célula”, en *Biología, La ciencia de la vida*. México: McGraw-Hill.
- Mader, S., (2007). “La célula” en *Biología*. (9ed.). México: McGraw-Hill.
- Miller, K., & Levine, J. (2004). “La célula” en *Biología* (4ed.). Estados Unidos: Prentice Hall.
- Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara (2011). *Guía de aprendizaje para el Bachillerato General por competencias. Biología II*. México: UdeG.
- Secretaría de Educación Pública. (2009). Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional del Bachillerato. México: Diario Oficial de la Nación.
- Solomon, E.; Berg, L. y Martin, D. (2008) *Biología*. México: McGraw-Hill.

Páginas en internet

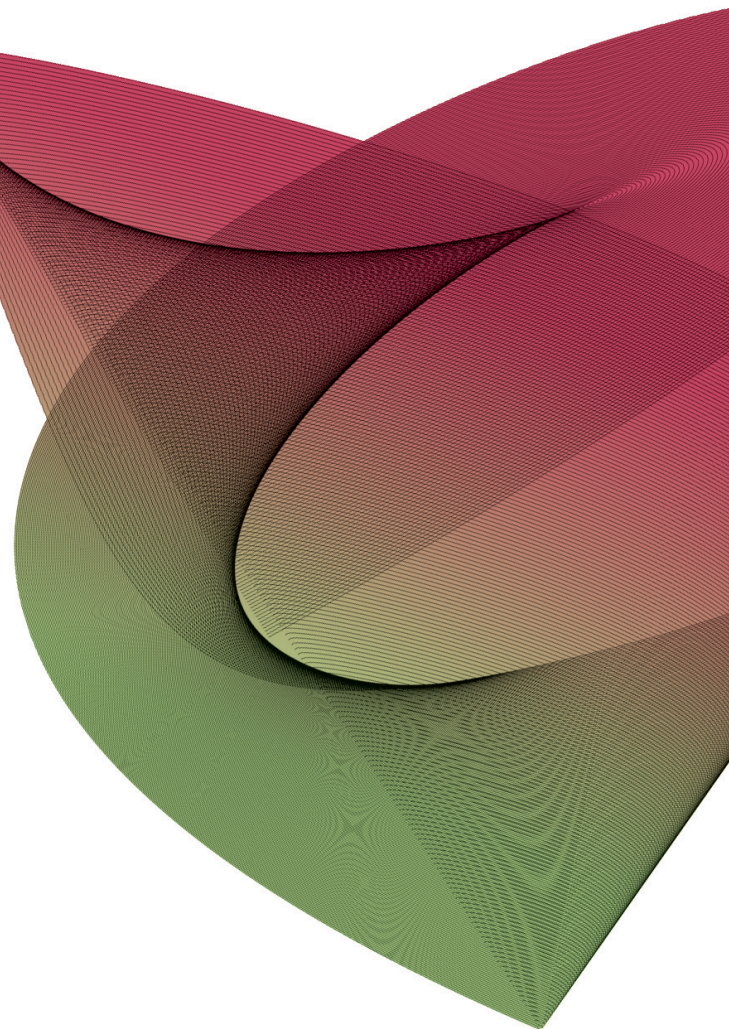
A continuación te presentamos algunas páginas en internet que puedes consultar para abundar en los temas de este libro:

- www.johnkyrk.com/index.esp.html

En esta página encontrarás una serie de animaciones que explican las diversas funciones de la célula, desde su anatomía hasta los ciclos celulares, incluyendo las diversas etapas de la fotosíntesis.

- www.cellsalive.com

Esta página en inglés incluye diversos temas referentes a biología celular e incluye modelos interactivos sobre modelos celulares, mitosis, meiosis y ciclos celulares.



Biología II aborda el estudio de esta ciencia a partir de un entorno amigable y cotidiano al estudiante, siguiendo una secuencia lógica que, paso a paso, facilita el aprendizaje. Incluye actividades individuales y en equipo planeadas para desarrollar dentro y fuera del aula, con diferentes grados de dificultad, con la intención de fomentar un aprendizaje más profundo y significativo, en especial, respecto a la importancia de la biología, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

Con base en el marco curricular establecido de manera conjunta por diversas instituciones educativas de nivel nacional, en Biología II se busca que el estudiante desarrolle la siguiente competencias específicas:

- Comprende la estructura, el desarrollo y el funcionamiento del mundo orgánico e inorgánico de los sistemas naturales y del ser humano.
- Valora las relaciones causales de los fenómenos de la naturaleza y sus implicaciones sociales, personales, éticas y económicas.
- Aprecia la vida y la naturaleza; comprende las implicaciones que la acción humana tiene en el medio ambiente y amplía su sentido de responsabilidad para su preservación.

De esta manera, de acuerdo con los modernos enfoques pedagógicos, esta obra hace una valiosa aportación para que los jóvenes no sólo sean mejores estudiantes sino, también, mejores ciudadanos y, por qué no, mejores personas.

The **McGraw-Hill** Companies

McGraw-Hill Interamericana
A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies



Materiales de apoyo

Online Learning Center
<http://www.mhhe.com/bachillerato/espinosabioll>

Para el alumno

Presentaciones
Lecturas adicionales

Para el profesor

Presentaciones
Estrategias didácticas

Confiamos en que esta obra sea una herramienta útil y eficaz, y que al mismo tiempo contribuya al aprendizaje y conocimiento de esta ciencia.